www.farelettronica.com

fare elettronica

PROGETTAZIONE & COSTRUZIONE
DIDATTICA & APPROFONDIMENTI

n.275 MAGGIO - Anno XXIV - € 6,00

COSTRUISCI IL TUO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

TUTORIAL
CIRCUITI DI INTERFACCIA PER PC

PIC32 : I NUOVI MICRO A 32 BIT DI MICROCHIP

RADIO
GENERATORE SWEEP

TUTTO SULLE ANTENNE PARABOLICHE

PER IMPARARE
APPLICAZIONI PRATICHE CON I CIRCUITI COMBINATORI

CIRCUITI RC SENZA VELI

ROBOTZONE
LA ROBOTICA DI SERVIZIO

PILOTA IL TUO ROBOT CON IL TELECOMANDO

IN OMAGGIO
IL CD ROM “CIRCUITS PACK”
una sorgente di schemi elettrici

OVERSIZE 120 PAGINE

MENSILE Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano. In caso di mancato recapito, restituire all'editore che si impegna a pagare la relativa tassa presso il CPM di Roserio - Milano

ISSN 1591-2272
9 771591 227008 80275

275 *Maggio 2008*

Zoom in

Progettare & costruire

Imparare & approfondire

Rispondi e... VINCI! *pag.* 98

DIVERTITI E METTI ALLA PROVA LE TUE CONOSCENZE CON **ELETTRO QUIZ** E VINCI OGNI MESE FANTASTICI PREMI!

Ecco alcuni argomenti che troverete prossimamente su Fare Elettronica

LE MISURE CON L'OSCILLOSCOPIO

I 20 ANNI DEL GSM

rubriche

GLI ARTICOLI CONTRASSEGNATI COL SIMBOLO **SONO GIÀ DISPONIBILI IN FORMATO PDF ALL'INDIRIZZO** ***www.farelettronica.com/club***

LUPUS IN FABULA

Comfile 75 - CSV Valtellina 42 - Fiat 17 - Logisty 70 - Microchip 29, 72 - Ossur 104 Parallax 119 - Samtec 43 - STmicroelectronics 28, 43 - Vishay 107 - Wind River 70.

elenco inserzionisti

DUELLO, PAPPA MOLLA? Questa volta la tua energia appartiene al passato!

Oh No! Non ancora! Quando imparerà il capo della "*Terra Desolata*" che non potrà mai vincere!

Il mio super blaster a energia spara 850 colpi al secondo. Farà esplodere il tuo abito blu con zilioni di Watts!

TZJAKATAKATAKATAKATAK

ZZZTTTTTTTT

«Ti mostrerò la paura in un pugno di polvere». Vieni a provare la mia energia LOW POWER!

TZJAK

ZAP!

ZZPRAKAZZZ

AARGGH! Non fare questo.. a me...

Anche la più piccola batteria è potentissima quando sai sfruttarla al meglio!

AARGHHH

Fantasi-Fabrikken A/S - Mykle - Wood

AVR® picoPower™

CODICE MIP 275006

Ulteriori informazioni su come combinare i microcontrollori AVR® ad alte prestazioni con il massimo risparmio di energia su: www.atmel.com/avrman

di MAURIZIO DEL CORSO

O SOLE *mio...*

Autocostruire un impianto fotovoltaico è possibile e Fare Elettronica vi spiegherà come! Un piccolo passo per entrare nel mondo delle energie alternative nel completo rispetto dell'ambiente.

Mai quanto nell'era moderna il sole è stato così importante. L'aumento del costo del petrolio, la continua richiesta di energia in costante aumento e lo scarso uso di fonti di energie alternative, sono i fattori principali che hanno portato i costi alle stelle, rendendo il problema una priorità a livello nazionale.
E allora perché non iniziare nel nostro piccolo a utilizzare fonti energetiche rinnovabili? Nelle pagine di Fare Elettronica troverete un interessante progetto sulla realizzazione di un **impianto fotovoltaico casalingo**. In questo numero vedremo come leggere le carte di irradiazione e come orientare i pannelli solari per ottenere il massimo rendimento. Nei prossimi numeri entreremo nei dettagli del progetto vero e proprio. Certo non potrete sostituire al 100% la fornitura dei energia elettrica, ma comunque è un primo passo per entrare nel mondo del fotovoltaico. Il sole è una fonte di energia rinnovabile ed inesauribile per cui iniziamo a sfruttarla e a trarne vantaggi nel completo rispetto dell'ambiente!
Come avrete certamente notato, questo numero è corredato dal CDROM "Circuits Pack": una raccolta di schemi elettrici di sicura utilità per i nostri lettori.
Potrete avere accesso all'intero database di schemi elettrici su *www.circuits-pack.it* effettuando la registrazione gratuita. Sicuramente tra la miriade di schemi elettrici disponibili troverete anche la soluzione adatta al vostro progetto.

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE TECNICO
Maurizio Del Corso

Segreteria di redazione
Fabiana Rosella

Art Director
Patrizia Villa

Hanno collaborato:
Adriano Gandolfo, Andrea Tobaldo, Daniele Cappa, Emanuele Loffarelli, Emanuele Micheli, Enrico Raffone, Enrico Tobaldo, Fabio Garibbo, Federico Battaglin, Gianlorenzo Valle, Giovanni Di Maria, Iginio Commisso, Massimo Di Marco, Maurizio Di Paolo Emilio, Nico Grilloni, Remo Riglioni, Roberto Prestianni.

Comitato Scientifico
Simone Masoni (Microtest), Francesco Picchi (Microtest), Massimo Rovini (Università degli Studi di Pisa), Tiziano Galizia (Tigal), Claudio Turchetti (Università Politecnica delle Marche).

Direzione Redazione Pubblicitá
INWARE Edizioni srl
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225
info@inwaredizioni.it
www.inwaredizioni.it
Redazione: fe@inwaredizioni.it

Stampa
ROTO 2000
Via Leonardo da Vinci, 18/20
20080, Casarile (MI)

Distribuzione
Parrini & C. S.p.a.
Viale Forlanini, 23
20134, Milano

Ufficio Abbonamenti
INWARE Edizioni srl
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504755
Fax. 02.66508225
L'ufficio abbonamenti è disponibile telefonicamente dal lunedì al venerdì dalle 14,30 alle 17,30.
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225

Poste Italiane S.p.a.
Spedizione in abbonamento Postale D.L. 353/2003
(conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano.
Abbonamento per l'Italia:
€ 49,50
Abbonamento per l'estero:
€ 115,00
Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, a **€ 9,00** oltre le spese di spedizione
Autorizzazione alla pubblicazione del Tribunale di Milano n. 20
del 16/01/2006

Privacy
Nel caso la rivista sia pervenuta in abbonamento o in omaggio, si rende noto che i dati in nostro possesso sono impiegati nel pieno rispetto del D.Lgs. 196/2003. I dati trasmessi a mezzo cartoline o questionari presenti nella rivista, potranno venire utilizzati per indagini di mercato, proposte commerciali, o l'inoltro di altri prodotti editoriali a scopo di saggio. L'interessato potrà avvalersi dei diritti previsti dalla succitata legge. In conformità a quanto disposto dal Codice di deontologia relativo al Trattamento di dati personali art. 2, comma 2, si comunica che presso la nostra sede di Cormano Via Cadorna 27, esiste una banca dati di uso redazionale. Gli interessati potranno esercitare i diritti previsti dal D.Lgs. 196/2003 contattando il Responsabile del Trattamento Inware Edizioni Srl (info@inwaredizioni.it).

Collaborare con FARE ELETTRONICA
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate all'attenzione di Maurizio Del Corso (m.delcorso@inwaredizioni.it) e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.

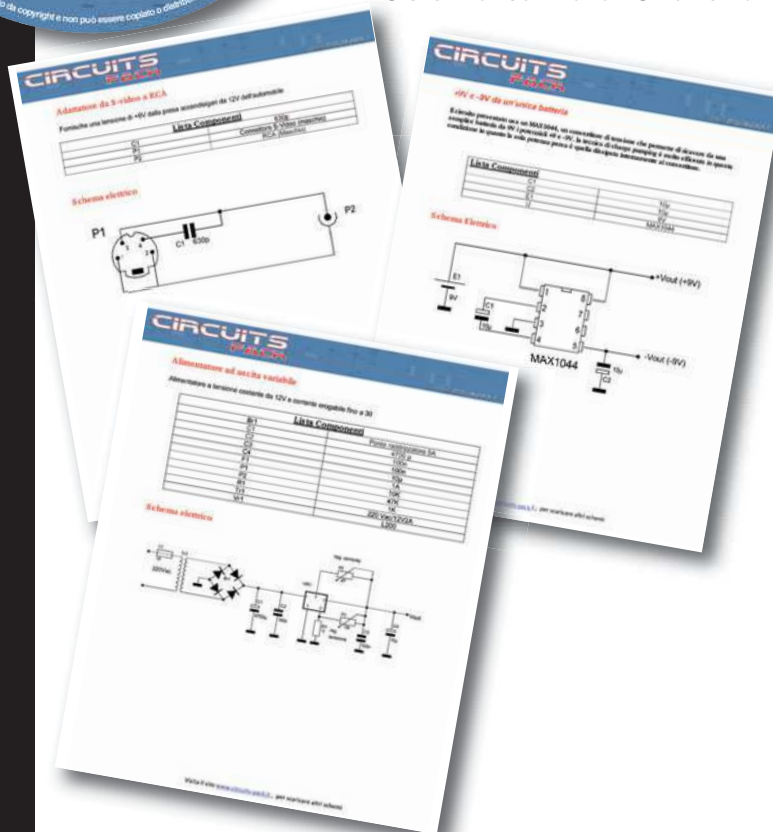
CIRCUITS PACK

la nuova sorgente di schemi elettrici

IN CONTINUO AGGIORNAMENTO

Nasce un nuovo sito Internet di sicura utilità per chi progetta circuiti elettronici. In esclusiva su Fare Elettronica il CDROM di presentazione del progetto, con oltre 250 schemi

Volete costruirvi un cavo adattatore particolare? Volete uno schema per la sezione di alimentazione del vostro progetto? Da oggi la soluzione è a portata di mano, anzi di click! Nasce infatti CIRCUITS PACK un database online di schemi elettrici in continuo aggiornamento. Gli schemi sono suddivisi per categoria e possono essere facilmente individuati mediante il motore di ricerca online. Il sito propone alcune categorie disponibili per tutti i visitatori e, tramite una registrazione totalmente gratuita, si avrà accesso all'intero database che, al momento del lancio, conta già oltre 600 schemi elettrici! In esclusiva per i lettori di Fare Elettronica proponiamo un prezioso CDROM con un estratto dei contenuti del sito internet www.circuits-pack.it. Per la visualizzazione del CD non sono necessari particolari risorse: inserite il CD e navigate alla ricerca dello schema che fa per voi tra gli oltre 250 disponibili nel CD. E se proprio non lo trovate non resta che visitare www.circuits-pack.it. Tutti gli schemi sono disponibili anche in formato Acrobat pdf pronti per la stampa.

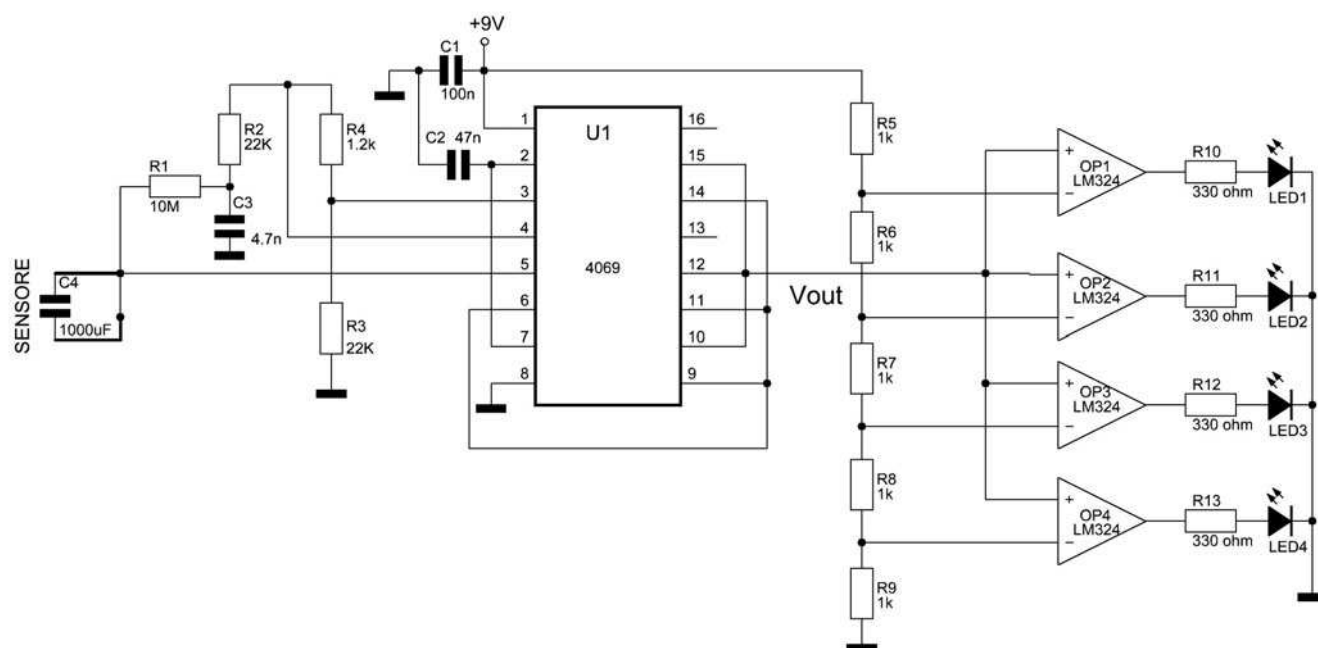
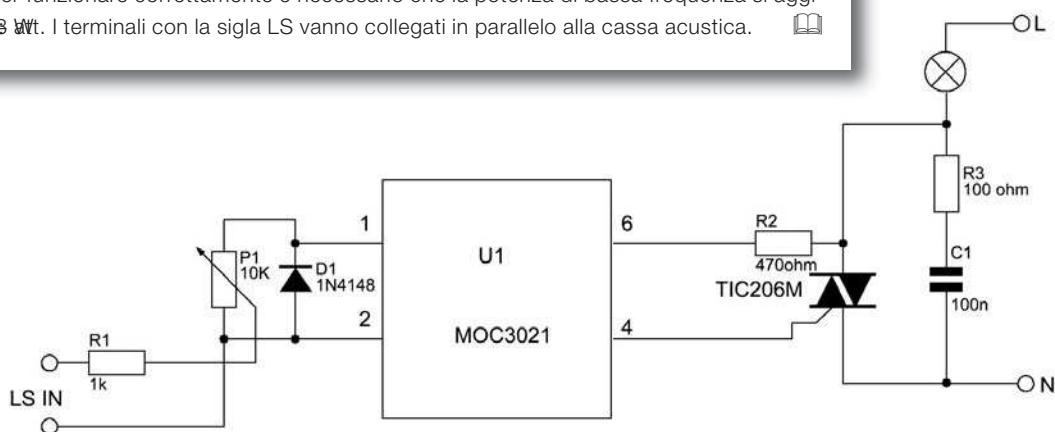
CATEGORIE DI CIRCUITI **Alimentatori - Allarmi - Amplificatori Caricabatteria - Circuiti RF - Datalogger - Dimmer - Filtri Sistemi di controllo - Strumentazione**

collaborare con...

CIRCUITS-PACK

Se volete contribuire all'ampliamento del database circuits-pack, inviate il vostro schema elettrico a schemi@circuits-pack.it. Lo schema verrà analizzato, inserito nel database e reso disponibile a tutti gli utenti.

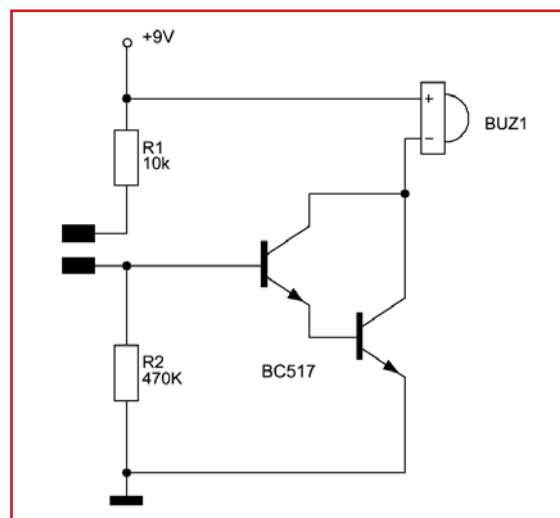
di FRANCESCO DI LORENZO

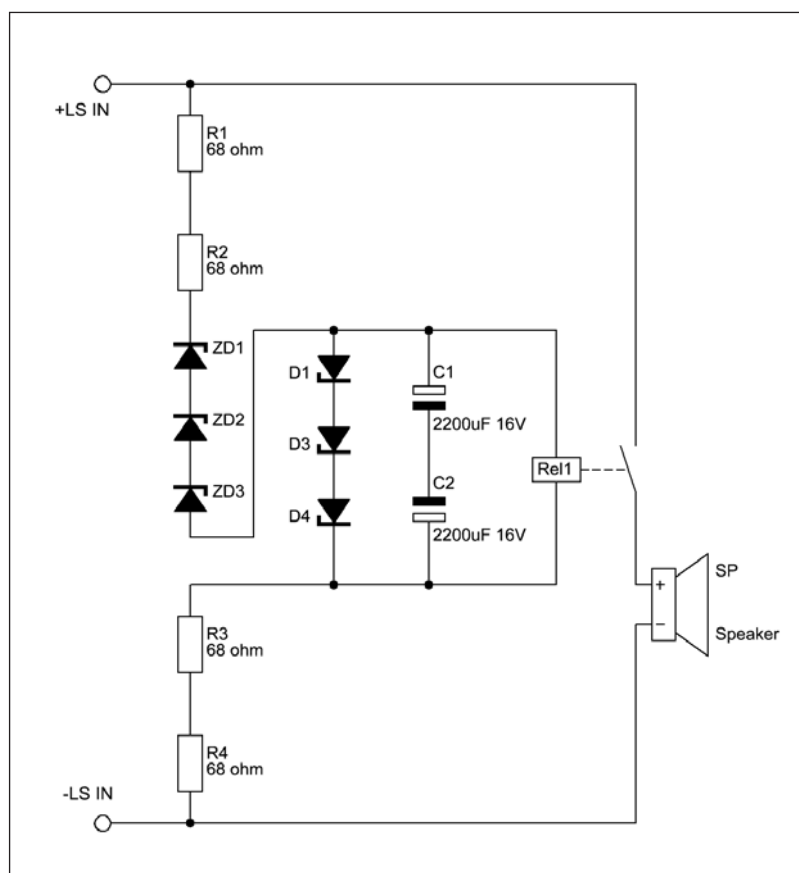
MODULATORE SUONO/LUCE

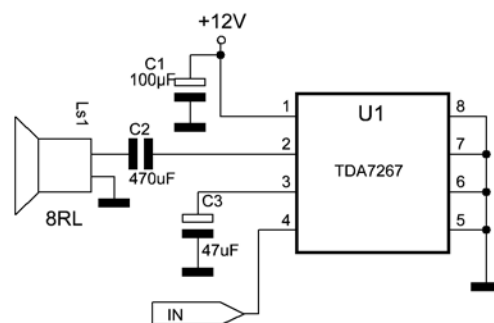
Questo circuito si collega direttamente all'impianto di amplificazione ed è in grado di pilotare grazie al fotoaccoppiatore l'intensità luminosa della lampada o di una serie di lampade alimentate a 220V. Per poter funzionare correttamente è necessario che la potenza di bassa frequenza si aggiri intorno ai 2÷3 Watt. I terminali con la sigla LS vanno collegati in parallelo alla cassa acustica.

RILEVATORE CAVI DI RETE

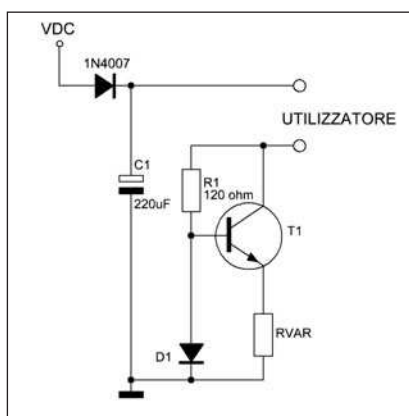
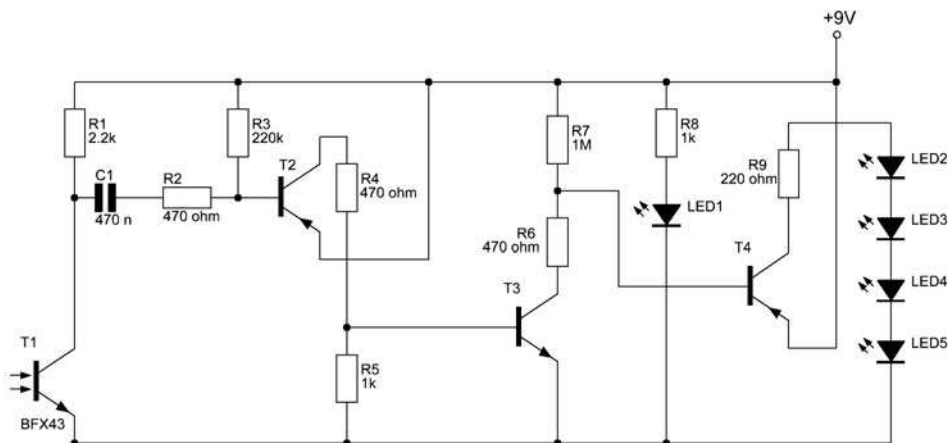
Questo semplice e utile dispositivo permette la rilevazione di cavi alimentati con la 220 V all'interno dei muri, soffitti, ecc. Potremo praticare dei fori senza problemi, oppure rilevare dei guasti nell'impianto elettrico. Questo circuito si basa sul fatto che un conduttore percorso da corrente genera un campo elettromagnetico. Come dispositivo di rilevazione viene utilizzato un condensatore da 1000 uF, facendo sì che il campo elettromagnetico interessasse le cariche presenti in esso generando una tensione che fa poi commutare l'uscita della porta logica. E' possibile collegare anche una piastra metallica al posto del condensatore. Il circuito viene semplicemente alimentato con una batteria da 9Volt.

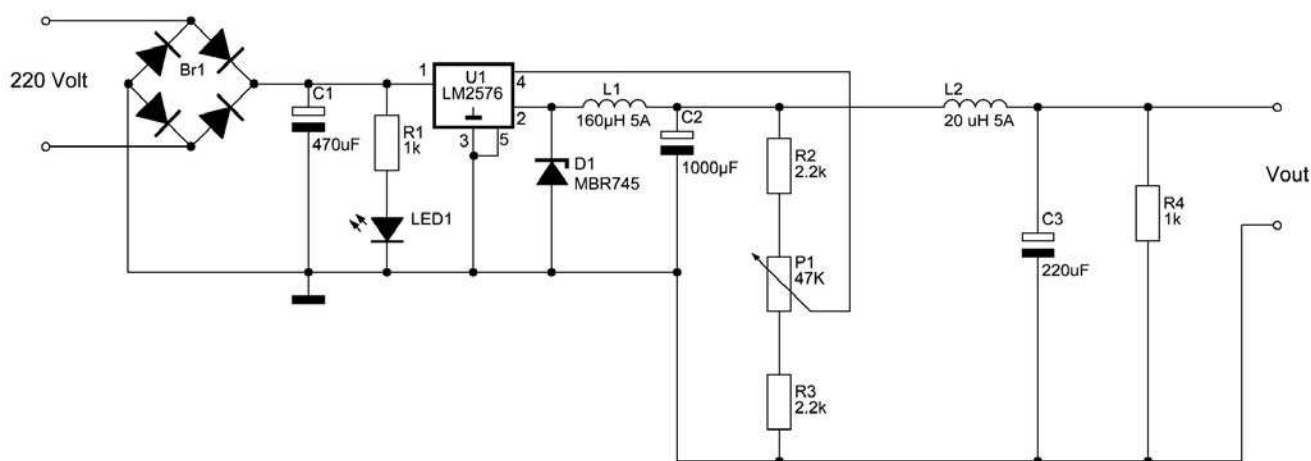
SENSORE D'ACQUA

Questo circuito avvisa la presenza di acqua su di una superficie. Il circuito è molto semplice essendo composto solamente da un transistor darlington, da un cicalino, da due resistenze e da due piastre da sistemare sulla superficie,distanti fra loro di 1 o 2 cm. In assenza di acqua il transistor risulta interdetto a causa della resistenza di base. In presenza di acqua l'impedenza si abbassa a poche centinaia di ohm, mandando in saturazione il transistor che attiva il cicalino. In condizioni di riposo l'assorbimento è nullo.

Protezione per altoparlanti

Questa protezione di altoparlanti, entra automaticamente in funzione quando vi è un aumento della tensione continua superiore ad un certo valore. Di solito quando un finale si danneggia vi è sulla cassa acustica tutta la tensione di alimentazione, che comporta il danneggiamento della cassa. Il collegamento degli zener come illustrato nella figura, permette di far eccitare la bobina del relè, quando vi è una tensione superiore a 10 Volt positiva o negativa. L'attivazione del relè comporta il distacco della cassa dalla stadio finale dell"amplificatore che deve essere collegato nei terminali simboleggiati dalle sigle LS+ e LS-

AMPLIFICATORE CON TDA 7267

Questo tipo di amplificatore ha una grandezza ridotta (9.8mm x 7.1mm). E' in grado di dare in uscita una potenza di 2 W, presenta un guadagno di 32 dB, non ha condensatori di retroazione per evitare distorsioni e possiede anche una protezione termica. Il condensatore da 47 uF serve per diminuire il Ripple sul segnale. In assenza di segnale il dispositivo entra automaticamente in modalità stand-by per evitare dissipazione di corrente. Questa caratteristica lo rende particolarmente adatto per applicazioni portatili a batteria.

TESTER **AD INFRAROSSI**

Il tester qui rappresentato permette di vedere tramite i quattro led, se un dispositivo funzionante a irDA ad esempio un telecomando funzioni oppure no. L'infrarosso funziona mediante segnali digitali con frequenza di una decina di KHz, e utilizza una portante che viene rilevata da questo circuito, per trasmettere questi dati. I transistor PNP ed NPN provvedono ad amplificare il segnale irDA, facendo in modo da pilotare i 4 led. Il circuito funziona mediante un fototransitor BFX43 o con un L-53P3C.

Ricaricatore universale

Questo semplice circuito permette di ricaricare batterie Ni-Cd o Ni-MH. Il circuito va alimentato con tensione che deve essere il doppio di quanto ne richiede la batteria. L'alimentatore deve essere in grado di erogare la giusta quantità di corrente richiesta dalla batteria. La resistenza all'emettitore determina la corrente di carica della batteria. Per fare in modo di avere una corrente pari a 50 mA la resistenza deve essere di 47 ohm, per 100mA la resistenza deve essere di 18 ohm, per 200mA 6,8 ohm, per 300 mA 3,9 ohm 1/2W. Il transistor va munito di un adeguato dissipatore,specie per correnti impostate alte. Il diodo1N4007 protegge il circuito da un eventuale inversione della polarità da parte dell'alimentatore.

ALIMENTATORE *regolabile*

Per funzionare questo circuito impiega un LM2576, per regolare a piacimento la tensione raddrizzata. Questo integrato eroga fino a 5 A, ha un rendimento molto elevato, ed è possibile regolare una tensione da 1,5 V a 15V.

31 maggio 1° giugno 2008

RADIANT & SILICON

Attualmente RADIANT, che si sviluppa su una superficie espositiva superiore ai 10.000 mq. coperti, con più di 180 espositori per edizione ed oltre 40.000 visitatori annui, è considerata la più importante Mostra-Mercato nazionale del suo settore.
MOSTRA-MERCATO (apparati e componenti per telecomunicazioni, Internet e ricetrasmissioni di terra e satellitari, antenne, elettronica, informatica, telefonia statica e cellulare, hobbistica ed editoria)
BORSA-SCAMBIO (surplus radioamatoriale, informatico ed elettronico)
RADIOANTIQUARIATO (radio d'epoca, grammofoni, valvole, ricambi, dischi in vinile, schemari ed editoria specializzata)
Dove: Parco esposizioni Novegro
Quando: 31 Maggio - 1 Giugno 2008
Orari: 31/05 dalle 9.00 alle 18.00
01/06 dalle 9.00 alle 17.00
www.parcoesposizioninovegro.it

CODICE MIP 800131

18 maggio 2008

XVII Mostra Scambio Radio d'Epoca e Apparecchiature per Tlc

Radio e apparecchiature per telecomunicazioni dischi in vinile accessori esclusivamente d'epoca. Grande possibilità di poter trovare vecchi modelli di radio e numerosi pezzi di ricambio.
Dove: *Nereto (TE)* - **Quando:** *18 Maggio 2008*
Orari: *dalle 9.00 alle 18.00*
Organizzatore: *Sez. A.R.I. Nereto*
Info: www.arinereto.it

CODICE MIP 800130

10-11 maggio 2008 Busto Arsizio (VA)

COMPUTERFEST & RADIOAMATORE

7ª edizione della fiera di Busto Arsizio. Mostra dedicata al radiantismo, computer, elettronica, editoria, telefonia, TV-Sat.
Dove: *Busto Arsizio* **Quando:** *10 – 11 Maggio 2008*
Orari: *dalle 9.00 alle 18.00*
Organizzatore: *compendio fiere*
Info: www.compendiofiere.it

CODICE MIP 800127

31 maggio 1° giugno 2008 Gorizia

COMPUTERFEST & RADIOAMATORE

1ª edizione della fiera di Gorizia. Mostra dedicata al radiantismo, computer, elettronica, editoria, telefonia, TV-Sat.
Dove: *SS 464, 34170 Gorizia* **Quando:** *31 Maggio – 1 Giugno 2008*
Orari: *Dalle 9.00 alle 18.00*
Organizzatore: *compendio fiere*
Info: www.compendiofiere.it

CODICE MIP 800128

18-19 giugno 2008

Project Management Forum 2008

Istituto Internazionale di Ricerca è lieto di presentare l'ottava edizione del Project Management Forum, l'evento esclusivo dedicato a Professional e Manager che operano nell'ambito del Management e del Project Management. Il Forum, che si svolgerà a Milano i prossimi 18 e19 giugno, prevede un'agenda ricca di interventi e testimonianze. In particolare questa edizione ha l'obiettivo di fornire un'analisi esaustiva e un aggiornamento sulle tematiche di: strategia, pianificazione strategica e portfolio management, applicazioni di Value Management, decision management process, business analysis. L'evento rappresenta da sempre un'opportunità per tutti i professionisti del settore, in quanto occasione irrinunciabile per condividere le proprie conoscenze ed esperienze.
Dove: Via Forcella, 3 20144 Milano **Quando:** 18 - 19 giugno 2008
Organizzatore: Istituto Internazionale di Ricerca
www.iir-italy.it/pmforum2008

CODICE MIP 800126

27-30 maggio 2008 BIAS 2008

Si svolgerà da martedì 27 a venerdì 30 maggio 2008 nell'avveniristico quartiere espositivo di FieraMilano–Rho. Forte del successo della scorsa edizione, è stata confermata la formula di 4 fiere in un unico momento, rivelatasi una scelta strategica vincente, a vantaggio sia degli espositori che dei visitatori. INWARE EDIZIONI SARA' PRESENTE AL BIAS: pad. 9 - stand G 09

Dove: *Fieramilano, Rho (MI)* **Quando:** *27 - 30 Maggio 2008*

Orari: *dalle 10.00 alle 18.00*

www.fieremostre.it

CODICE MIP 800095

17-18 maggio 2008
MARC DI PRIMAVERA

15.a Mostra attrezzature radioamatoriali e componentistica, hi-fi, car stereo, fai-da-te. Una panoramica completa di attrezzature e componentistica radioamatoriale, ma anche antenne e parabole satellitari, decoder, stampa specializzata e accessori per i telefoni cellulari. Grandissimo risalto per il settore informatico e retro.

Dove: Piazzale Kennedy, 1 16129 Genova

Quando: 17 - 18 Maggio, 2008 **Orari:** Dalle 9.00 alle 18.00

Organizzatore: Studio Fulcro

www.studio-fulcro.it

CODICE MIP 800129

SERVIZIO MIP
MORE INFO PLEASE!

IL SERVIZIO UTILIZZABILE PER RICHIEDERE MAGGIORI INFORMAZIONI SUI CONTENUTI DI FARE ELETTRONICA

ONLINE:
www.farelettronica.com/mip

VIA FAX: 02 66508225

NUMERO DELLA RIVISTA 275

INSERISCI I CODICI MIP PER I QUALI DESIDERI RICEVERE INFORMAZIONI. UTILIZZA IL NUMERO MIP CHE COMPARE ALLA FINE DI OGNI ARTICOLO O ALL'INTERNO DELLE PAGINE DI TUO INTERESSE.

DATI DEL LETTORE

Nome ______ Cognome ______

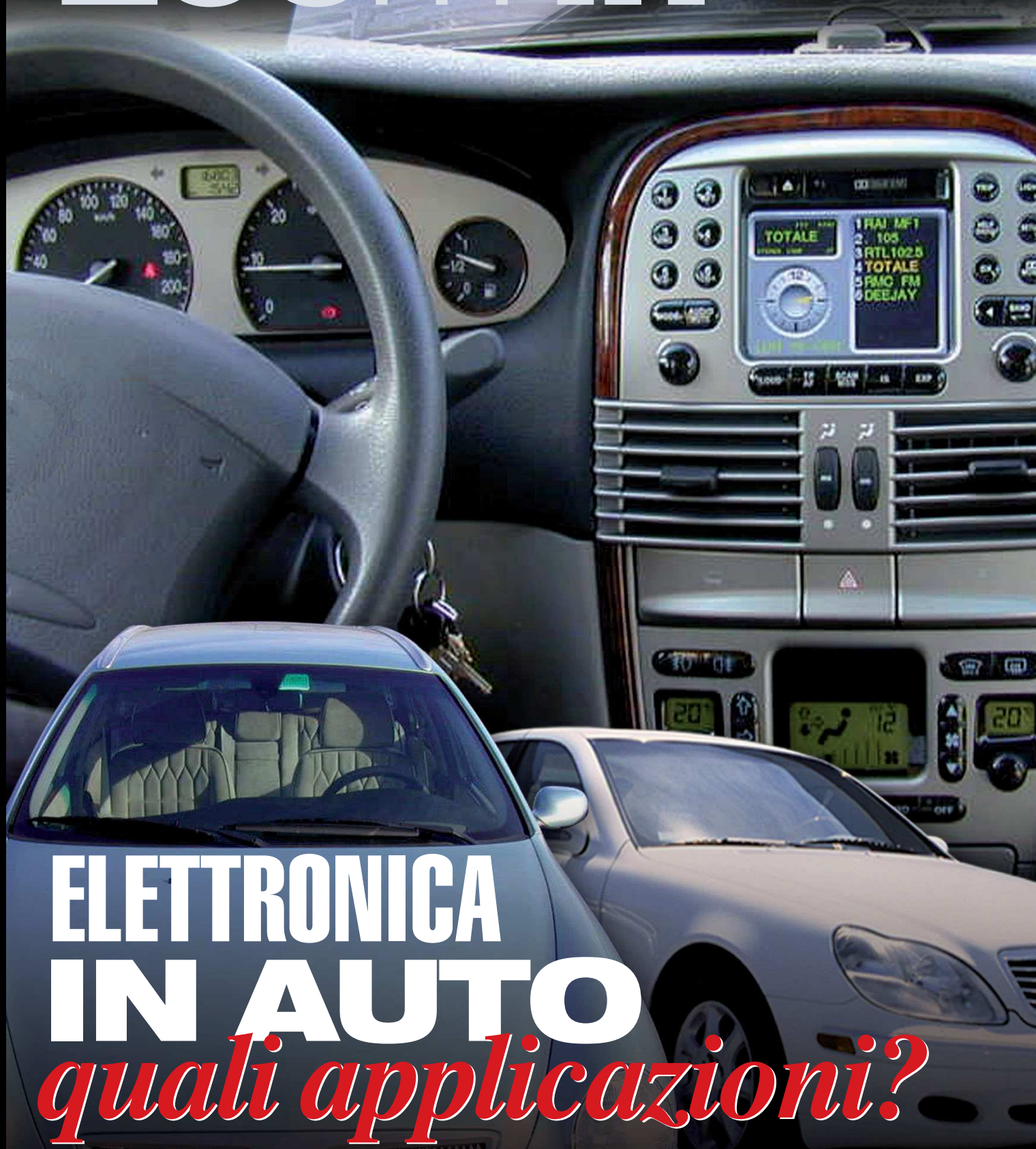
Azienda ______ Indirizzo Azienda ______

Città ______ Cap ______ Prov. ______ Nazione ______

Tel. ______ Fax ______

e-mail ______

Privacy. Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o trmite email a info@inwaredizioni.it

di ENRICO RAFFONE

ELETTRONICA IN AUTO *quali applicazioni?*

L'uso dell'elettronica ed in generale di tutto ciò che è digitale nelle moderne autovetture sta rivoluzionando il concetto di trasporto. Questo articolo mira ad identificare le aree dove l'elettronica è in uso, dove potrà essere usata e quali tecnologie sono impiegate per facilitare l'introduzione del digitale nell'industria automotive

In breve proveremo a dare risposta ad alcune principali domande che ci danno indicazioni sul contesto applicativo:

- *Quali sono le aree di applicazione del digitale nell'industria automobilistica?*
- *Dove si stanno ponendo gli sforzi principali delle aziende del settore automotive?*
- *Quali sono le possibilità e le sfide in relazione alle aree tratteggiate?*
- *Quali tecnologie possono cambiare la situazione odierna?*
- *Quali sono le tendenze dell'industria automobilistica in merito?*

LE AZIENDE DEL SETTORE AUTOMOTIVE

Le aziende del settore automotive sono tipicamente molto competitive, sono caratterizzate dalla necessità di mantenere il 'time to market' più breve possibile seguendo in parallelo la via del rigore dei costi e dell'efficienza, in particolare questa necessità sorge in relazione alle volubili indicazioni dei consumatori. Tenere i costi bassi è uno dei fattori principali al punto tale da essere determinante per tenere l'azienda sul mercato. I prodotti sono sviluppati in serie e ogni piccolo risparmio realizzato sulla produzione significa una notevole riduzione dei costi.

La competizione tra le diverse case produttrici è molto dura, ed uno strumento necessario è una precisa strategia di business, cioè la capacità d'individuare da dove possano venire i principali profitti dell'azienda. Le diverse compagnie utilizzano modelli di business anche molto differenti tra loro. Alcune di queste si concentrano sul guadagno dal servizio dopo vendita, come i ricambi. Altre società considerano principalmente il volume di vendita.

In un mercato competitivo molti produttori si affidano anche ad una fidelizzazione dei consumatori, legando automaticamente chi acquista un'automobile ad un marchio. In questo modo si cerca di mettere in relazione determinate aspettative dei consumatori con un brand. I vari marchi riescono ad identificare delle nicchie e, quindi, dei ben determinati segmenti di mercato; di conseguenza s'individuano ben determinate classi di potenziali acquirenti. Conoscendo le preferenze del segmento l'azienda ha la possibilità di modificare il prodotto al fine di incontrare i bisogni di un gruppo di riferimento e concentrarsi sugli sforzi di sviluppo. Strettamente correlata al brand c'è l'argomento '*safety*'. La '*safety*' in campo automobilistico è un argomento a forte impatto pubblico, le possibili carenze di un veicolo su questo argomento sono sempre sotto l'occhio vigile dei consumatori. Ciò può essere estremamente dannoso per il buon nome dell'azienda, anche se l'eventuale mancanza, rappresentata per esempio da un difetto nel prodotto, viene subito eliminata o risulta affliggere solo poche serie di veicoli. Quindi un aspetto importante di questo campo è la credibilità e la fiducia.

L'ambiente competitivo richiede, infine, ai vari produttori di questo settore non solo di fare bene le cose, ma anche di farle al momento giusto.

***Figura 1:* evoluzione storica loghi FIAT.**

APPLICAZIONI DEL SETTORE AUTOMOTIVE:

Una delle tante possibili classificazioni

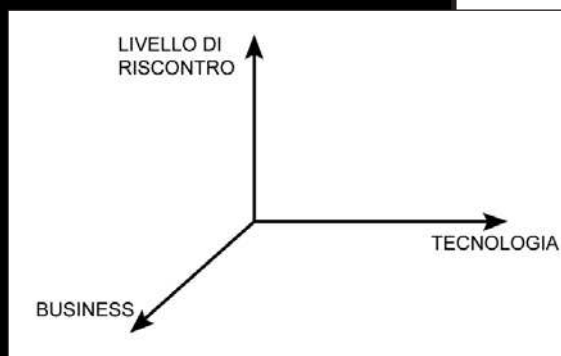
Le applicazioni del settore automotive sono indirizzate in un ampio spettro di segmenti di mercato e modelli di business. In ognuno di questi segmenti ci sono differenti classi di applicazioni che formano in generale un'offerta per l'utente di un veicolo. Inoltre un fattore importante per le strategie di business è la divisione in differenti tipi di applicazioni, ciò rende possibile sottolineare le differenze circa le necessità tecnologiche per le diverse applicazioni.

È possibile in prima approssimazione individuare due dimensioni in base alle quali tentare un'analisi, la dimensione di business e quella tecnologica. Si può specificare la dimensione di business dando un indirizzo circa l'obiettivo e il tempo di impiego del servizio offerto.

Bisogna chiarire che i servizi sono i com-

ponenti delle applicazioni; ed un'applicazione include uno o più servizi. L'obiettivo di un servizio è il veicolo stesso o le persone che popolano il veicolo. Il tempo di impiego del servizio indica quando tale servizio viene utilizzato da un qualsiasi utente nel veicolo, mentre, per esempio, il veicolo è in movimento oppure è fermo. Un insieme di applicazioni, caratterizzate da un ben definito profilo di business, deve conformarsi ai requisiti tecnologici che possono essere estrinsecati in termini di criticità, quindi in relazione alla dependability, e di connettività, e in relazione agli standard di comunicazione e alla telematica. In sintesi abbiamo individuato come specificare la dimensione tecnologica, attraverso la criticità e la connettività.

Figura 2: dimensioni per la classificazione delle applicazioni.

LIVELLO DI RISCONTRO
TECNOLOGIA
BUSINESS

LE DIMENSIONI DI BUSINESS DI UN'APPLICAZIONE AUTOMOTIVE

Le applicazioni elettroniche in automotive hanno tutte una serie di obiettivi. Questi obiettivi sono definiti dalla relazione stessa degli individui con il veicolo. Naturalmente sono richieste diverse applicazioni in tempi diversi, ogni applicazione può essere descritta cercando di rispondere a due principali domande:

- *A chi è destinata l'applicazione?* (obiettivo)
- *Quando verrà utilizzata?* (tempo d'impiego)

Diamo risposta a queste due domande cercando di approfondire questi due aspetti fondamentali attraverso cui classificare le applicazioni elettroniche.

Obiettivi dei servizi

L'obiettivo definisce a quale tipo di consumatore mira l'applicazione. I servizi possono essere indirizzati alle persone trasportate dal veicolo o al veicolo stesso. Ci sono alcune applicazioni che sono studiate appositamente per il pilota dell'automobile, in quanto collegamento tra il veicolo e passeggeri.

Possiamo inquadrare principalmente due tipi di servizi e tre tipi di applicazioni come illustrato in **figura 3**. L'insieme delle applicazioni è diviso in applicazioni "sotto il cofano", "da sedile anteriore" e "da sedile posteriore".

Le applicazioni "da sedile anteriore" sono legate alla guida. L'attenzione è verso la persona che guida l'automobile, ma non come persona, ma nel ruolo di pilota. Esistono ricerche su come misurare lo stress decisionale nella guida. Quindi ci sono applicazioni che, sulla base dei risultati di queste ricerche, realizzano sistemi di supporto. L'obiettivo ultimo di queste applicazioni è bilanciare il carico cognitivo del pilota impiegando diversi insiemi di applicazioni in tempi diversi.

I servizi offerti contemplano assistenza alla guida attiva e passiva, un esempio classico di assistenza passiva è il navigatore satellitare.

Mentre i servizi di assistenza attiva si occupano principalmente di aiutare il pilota in fasi particolarmente critiche della guida.

Le applicazioni "da sedile posteriore" sono indirizzate al confort e non sono legate in alcun modo a problemi del trasporto. I servizi offerti sono destinati ai passeggeri del veicolo ma anche al pilota in quanto persona a differenza del caso precedente. Questo tipo di applicazioni sono relativamente recenti, in quanto il tempo che ogni giorno una persona impiega nella propria auto aumenta costantemente.

Figura 3: tipi di servizi e relative applicazioni.

L'intrattenimento e le applicazioni multimediali sono il campo che alcuni analisti considerano come quello di maggior sviluppo per l'elettronica in automotive nel prossimo futuro. Per queste applicazioni la soddisfazione dell'utente e la disponibilità del servizio sono di estrema importanza. Oltre all'intrattenimento si sente sempre maggiormente la necessità di includere applicazioni collegate alla comunicazione che portano alla telefonia mobile e internet.

Le applicazioni "sotto il cofano" possono contemplare il supporto alle applicazioni base di controllo o di diagnostica del veicolo. Le principali applicazioni elettroniche di questo tipo sono indicate genericamente come drive-by-wire, dove l'elettronica e l'informatica sono utilizzate per collezionare ed interpretare i segnali del pilota in modo da determinare una risposta da parte degli attuatori, che sia il più possibile vicina alla volontà espressa dal pilota. Un'estensione interessante alle applicazioni base del drive-by-wire, la cui finalità prima è la sostituzione di sistemi idraulici come quello frenante o sterzante con dispositivi elettromeccanici, è la possibilità di cambiare i parametri software del sistema nell'ambito della guida e in relazione alle caratteristiche del veicolo sotto controllo, per esempio in caso di qualche rottura, si può pensare ad un funzionamento degradato con un setup del sistema automatizzato. Un controllo adeguato del veicolo può portare ad economie in termini di consumo di carburante e di usura dei componenti.

La diagnostica elettronica può essere usata per la manutenzione ma anche per offrire indicazioni al pilota in caso di rischi dovuti a letture di valori impropri relativamente a componenti meccanici, ambientali o genericamente fisici. Ulteriore possibilità è rappresentata dalla possibilità di collezionare dati relativi alla guida con finalità statistiche.

Tempo di impiego dei servizi

I veicoli nel loro utilizzo sono impiegati in un tempo che risulta sicuramente superiore a quello strettamente necessario al trasporto. È possibile distinguere tra tre categorie principali di tempi d'impiego dei servizi. L'utilizzatore può guidare, essere in sosta, essere parcheggiato. In

Come funziona il GPS?

Ogni satellite GPS trasmette una serie di segnali ad apparecchiature collocate a terra, i ricevitori GPS, che ricevono passivamente i segnali satellitari, senza trasmettere nulla. Per rilevare i segnali, i ricevitori GPS devono avere una visuale libera del cielo, pertanto vengono utilizzati esclusivamente all'aperto e possono presentare problemi di ricezione in prossimità di alberi o edifici alti. Il funzionamento del sistema GPS dipende da riferimenti orari estremamente precisi, forniti da orologi atomici presenti nell'osservatorio navale degli Stati Uniti. Ogni satellite GPS è dotato di propri orologi atomici. Il sistema GPS (Global Positioning System) si basa su una rete di satelliti che consente a utenti dotati di ricevitori GPS di stabilire la propria posizione in qualunque punto nel mondo. Il principio di funzionamento si basa su un metodo di posizionamento sferico, che consiste nel misurare il tempo impiegato da un segnale radio a percorrere la distanza satellite-ricevitore. Conoscendo l'esatta posizione di almeno 3 satelliti per avere una posizione 2D (bidimensionale) e 4 per avere una posizione 3D (tridimensionale) ed il tempo impiegato dal segnale per giungere al ricevitore, è possibile determinare la posizione nello spazio del ricevitore stesso. Tale procedimento è chiamato trilaterazione, che utilizza solo informazioni di distanza, simile alla triangolazione, nella quale però vengono usate anche informazioni riguardanti gli angoli. La precisione può essere ulteriormente incrementata grazie all'uso di sistemi come il WAAS (statunitense) o l'EGNOS (europeo), perfettamente compatibili tra di loro, che consistono in uno o due satelliti geostazionari che inviano dei segnali di correzione. La modalità Differential-GPS (DGPS) utilizza un collegamento radio per ricevere dati DGPS da una stazione di terra e ottenere un errore sulla posizione di un paio di metri. La modalità DGPS-IP sfrutta, anziché onde radio, la rete Internet per l'invio di informazioni di correzione. Esistono in commercio ricevitori GPS ("esterni") connettibili mediante porta USB o connessioni senza fili come il Bluetooth che consentono di realizzare navigatori GPS su vari dispositivi: palmari, PC, computer portatili, cellulari se dotati di sufficiente memoria. Per la navigazione esistono software appositi, proprietari o open source che utilizzano una cartografia, anch'essa pubblica o proprietaria.

relazione alle tre categorie abbiamo diverse tipologie di manutenzione e di aggiornamento dei dispositivi, vediamo in dettaglio:

- utilizzo durante la guida. È la situazione standard a cui si pensa circa l'utilizzo di un veicolo;
- utilizzo in sosta. È la categoria che indica l'utilizzo del veicolo in situazioni in cui l'utente fa una pausa per riposare in una piazzola di sosta oppure va in un drive-in;
- utilizzo in parcheggio. È il tempo in cui nel veicolo non c'è l'utente ma c'è bisogno di tutta una serie di funzionalità che vanno dall'antifurto, al controllo satellitare ecc.

CLASSI DI APPLICAZIONI

Usando le proprietà di business appena delineate è possibile discutere un ampio range di applicazioni basate sul tipo di servizio da offrire.

Abbiamo principalmente sette classi di applicazioni: ambientali/economiche, per la coordinazione esterna, di safety, di gestione delle dinamiche del veicolo, di supporto alla guida, di comunicazione e d'infotainment. Si sottolineano classi distinte in quanto ognuna è basata su finalità diverse e a queste finalità corrispondono diversi soggetti utilizzatori.

Alcune di queste classi hanno proprietà sovrapposte tra loro e alcune applicazioni possono avere riscontro in più di una classe. Questo ci fa capire che la classificazione introdotta non è intesa come una rigida divisione, ma come un tentativo per mettere insieme concetti comuni al fine di realizzare una classificazione ragionevole.

- Le **applicazioni ambientali/economiche** hanno come obiettivo quello di ridurre l'impatto ambientale del veicolo. In parallelo l'obiettivo è anche allungare il tempo di vita del veicolo così da ridurre gli sprechi e le difficoltà di gestione dei rottami. Gli aspetti ambientali sono definiti strettamente per legge, questo campo applicativo include l'uso dell'automazione per la riduzione delle emissioni e cambiamenti di tecnologie di produzione al fine di incidere con processi meno inquinanti. Queste applicazioni sono tipicamente applicazioni "sotto il cofano" in cui sono necessari sforzi dovuti alla rigida legislazione in materia.
- Le **applicazioni per la coordinazione esterna** servono alla gestione di elementi esterni collegati al veicolo, come rimorchi o altro, che possono influenzare le prestazioni di funzioni vitali del veicolo come la frenata. L'esempio tipico è rappresentato dagli autocarri dove l'operazione di frenata deve tener conto della propagazione del comando di frenata a tutte le ruote del convoglio, l'azione deve essere coordinata in modo da avere una frenata equilibrata e un'azione uniforme su tutto il convoglio. Altre applicazioni sono la limitazione di velocità forzata dall'esterno e il miglioramento delle prestazioni del veicolo attraverso software tuning. Entrambe le applicazioni non esistono ma risultano ampiamente interessanti per il futuro.
- Le **applicazioni di safety** hanno come obiettivo assicurare che non si possa causare danno in alcun modo alle persone nel veicolo o nei pressi del veicolo. Queste applicazioni sono integrate nel veicolo e sono tipicamente "da sedile anteriore" o "sotto il cofano". Le applicazioni di safety spesso sono classificate come applicazioni attive o passive in relazione a come prevengono possibili incidenti o riducono l'impatto di incidenti. Alcune applicazioni "safety-related" lavorano per migliorare il controllo e la protezione, per esempio, a seguito di un incidente, segnalando ad un call-center quando viene utilizzato un air-bag ecc.
- Le **applicazioni di gestione delle dinamiche del veicolo** sono rappresentate in generale dai sistemi drive-by-wire. Alcune di queste hanno come obiettivo di trasdurre le dinamiche del veicolo verso il pilota, altre realizzare in relazione ai desideri di chi guida operazioni base come la frenata o il cambio di direzione. Nei sistemi by-wire sono inclusi anche sistemi come l'ABS (anti-lock braking system), l'ESP (electronic stability programs) ecc.. Nelle applicazioni moder-

CRITICITÀ	UTILIZZO DURANTE LA GUIDA	UTILIZZO IN SOSTA	UTILIZZO IN PARCHEGGIO
Sotto il cofano	Alta	Media	Bassa
Da sedile anteriore	Media	Bassa	Bassa
Da sedile posteriore	Bassa	Bassa	Bassa

Tabella 1: relazioni di criticità.

Figura 6: le linee guida MISRA.

ne la possibilità di integrare informazioni provenienti da reti poste per finalità diverse risulta un valore aggiunto che permette di migliorare le prestazioni in generale.

- Le **applicazioni di supporto alla guida** hanno come finalità quella di assistere il pilota con compiti associati strettamente alla guida. Le applicazioni di navigazione assistita hanno avuto un'esplosione con l'introduzione del sistema GPS. Queste applicazioni sono classicamente applicazioni "da sedile anteriore", che assistono il pilota con informazioni circa la direzione da seguire, le strade da percorrere e la situazione corrente di traffico.
- Le **applicazioni di comunicazione** ruotano intorno la telefonia mobile e le reti di calcolatori. La finalità di queste applicazioni è ricevere ed inviare informazioni per le persone che si trovano nel veicolo, quindi sono applicazioni tipicamente "da sedile posteriore". Sono sviluppate da compagnie che si occupano di telecomunicazioni che forniscono sistemi installabili ed integrabili nel veicolo in collaborazione con i maggiori costruttori.
- Le **applicazioni d'infotainment** sono servizi "da sedile posteriore" che integrano l'offerta elettronica nel settore automotive. Esistono automobili che includono display a colori con dvd, game console, sistemi audio particolarmente potenti ecc…

LE DIMENSIONI TECNOLOGICHE DI UN'APPLICAZIONE

Cerchiamo di capire perché è utile fare una distinzione tra obiettivo e tempo di utilizzo di un'applicazione dal punto di vista degli aspetti tecnologici.

Definire l'obiettivo e il tempo di utilizzo di un'applicazione implica definire i requisiti tecnologici di quell'applicazione, in quanto è essenziale identificare quale tecnologia può risolvere i problemi di realizzazione di quel determinato servizio. In più capire le necessità tecnologiche comporta definire una strategia di sviluppo su cui concentrare gli sforzi circa la distribuzione dei compiti e delle responsabilità di sviluppo.

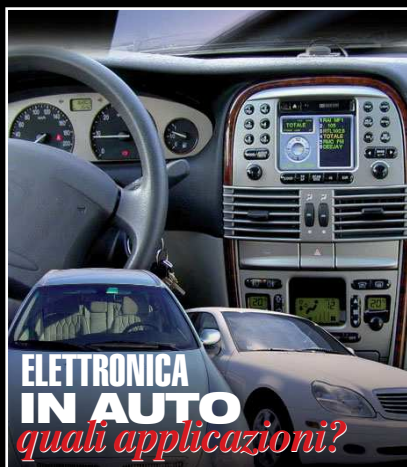
Molte nuove applicazioni offerte dai veicoli sono connesse ad infrastrutture informative come internet, questo richiede le potenzialità di connessioni ad infrastrutture come la rete GSM o altre reti wireless.

È necessario poter essere connessi in qualsiasi istante. La connettività, quindi, è fortemente legata ai requisiti temporali delle applicazioni.

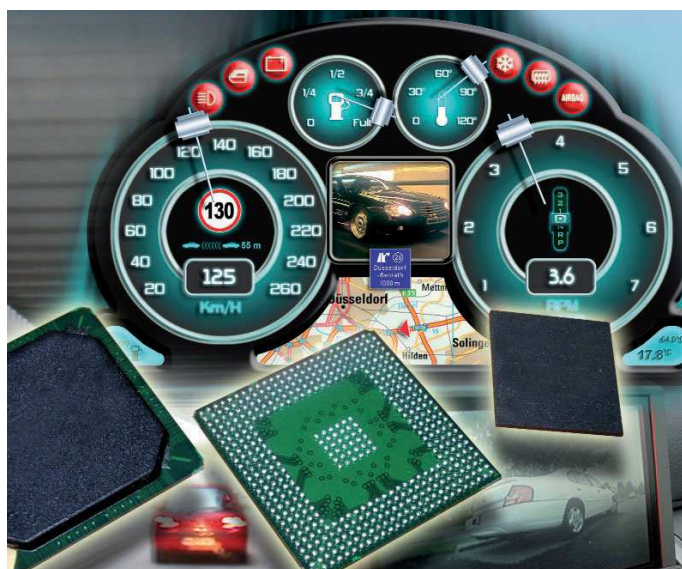
Inoltre alcune applicazioni sono costruite per assistere il pilota nella guida e s'inseriscono su funzionalità importantissime su cui s'innesca automaticamente la necessità di definire adeguatamente un compromesso sull'autonomia di questi sistemi automatizzati. Questo tradeoff richiede decisioni strategiche su quando lasciare il controllo al pilota e quando lasciarlo al sistema automatico. Nel dominio avionico questo tradeoff è ben conosciuto, introducendo limiti sul controllo dell'operatore del sistema è possibile evitare '*failures'* dovuti ad errori del pilota, ma allo stesso tempo s'introducono nuove cause di errore.

Se un qualsiasi sistema che influenza la guida del veicolo fallisce, le conseguenze possono essere gravi. Queste applicazioni sono chiamate di solito *safety-critical* e possono essere legate direttamente o indirettamente al veicolo. La criticità è fortemente legata ai servizi necessari al veicolo.

Veniamo, dunque, alle due domande che vengono risolte attraverso le dimensioni tecnologiche di un'applicazione:

- *Quale dispositivo ha bisogno di essere in contatto con cosa?* (Connettività)
- *Cosa accade se si verifica un malfunzionamento del sistema?* (Criticità)

Cercheremo di dare risposta alle due domande nei paragrafi che seguono.

La connettività dei servizi

La connettività è una misura di come un

sistema può comunicare, tale misura va da una dimensione locale ad una dimensione di interconnessione aperta tra sistemi come internet. Possiamo individuare le finalità principali della interconnessione ai vari sistemi, abbiamo la possibilità da parte di tecnici che vogliono accedere ai sistemi di diagnostica, oppure la possibilità del customer (pilota o passeggeri) di accedere alle risorse di internet. La connettività, quindi, viene implementata per migliorare la manutenibilità del sistema, la diagnostica e l'aggiornamento del software di bordo, ma anche con finalità di studio statistico per migliorare i processi di produzione o evitare difetti di produzione. La connettività risulta anche una risorsa per il proprietario o il generico utilizzatore del veicolo che può accedere ad un insieme di servizi integrati simili a quelli che può trovare nella propria abitazione con un computer o un sistema multimediale.

I servizi di un veicolo possono essere stand-alone o sistemi di rete, embedded o mobili. Combinando queste caratteristiche è possibile identificare quattro differenti categorie di connettività per le applicazioni automotive: in-car, networked in-car, plug and play e global telematics:

- **In-car.** Questo livello si riferisce ad applicazioni che forniscono servizi specifici;
- **Networked in-car.** Queste applicazioni interagiscono con altri sistemi presenti nel veicolo e sono integrate nell'assemblaggio del veicolo. Un esempio è un tipico computer di bordo che indica il consumo di carburante, la velocità media e statistiche simili. Il sistema può essere usato solo internamente al veicolo;
- **Plug and play.** Con questo livello di connettività è possibile integrare on fly nuove applicazioni da aggiungere a quelle del veicolo basate su software o hardware.
- **Global telematics.** Secondo questo livello di connettività le applicazioni implementate nel veicolo sono sempre connesse attraverso reti wireless. Si possono pensare diverse applicazioni di questo tipo, come sistemi automatici di connessione a sistemi di diagnostica online predisposti dai diversi costruttori o sistemi di comunicazione cellulare embedded nel veicolo ecc.

Figura 5: livelli di connettività.

In - car	In - car networked	Plug and Play	Telematics
Locale	Interno	Esterno	Globale

Criticità dei servizi

Una qualsiasi applicazione può essere essenziale per la guida di un veicolo o essere una funzione minore di confort. Questi due tipi di applicazioni risultano veramente molto differenti e quindi richiedono soluzioni tecniche completamente opposte. La criticità (*criticality*) è una misura della severità del rischio che deriva da un malfunzionamento. La criticità dei servizi è strettamente legata al tipo di applicazione.

In ambito automotive questo aspetto tecnologico è stato definito in diversi modi, per esempio MISRA (*Motor Industry Software Reliability Association*) ha definito la criticità di un'applicazione attraverso cinque livelli relativi a categorie di controllabilità del veicolo in caso di malfunzionamento. Le categorie sono definite come segue:

- **Uncontrollable:** questa categoria è relativa ai failures i cui effetti non sono controllabili dagli occupanti del veicolo, e che molto probabilmente condurranno ad esiti estremamente severi. In questo caso gli esiti non sono influenzati in alcun modo dall'azione umana (sistema com-

pletamente fuori controllo);

- **Difficult to control:** questa categoria è relativa ai failures i cui effetti non sono normalmente controllabili dagli occupanti del veicolo ma potrebbero, in circostanze favorevoli, essere influenzati da reazioni di un pilota esperto. Tali malfunzionamenti portano ad esiti veramente severi;
- **Debilitating:** questa categoria è relativa ai failures i cui effetti sono di solito controllabili da un pilota sufficientemente sensibile, che, mentre si verifica una riduzione del margine di safety, possono condurre ad esiti che sono al peggio severi;
- **Distracting:** questa categoria è relativa ai failures che producono una limitazione operativa, ma che possono essere gestiti adeguatamente da un normale pilota che può limitare l'esito al minimo possibile;
- **Nuisance only:** questa categoria si riferisce a quei failures che non intaccano in alcun modo la safety e che interessano al massimo il grado di soddisfazione del customer. I diversi livelli di criticità e di controllabilità si realizzano attraverso diversi requisiti nell'ambito dello sviluppo del sistema. Ogni livello di criticità corrisponde ad un livello di integrità che bisogna raggiungere attraverso la soddisfazione dei requisiti contenuti in una varietà di sottosezioni delle linee guida MISRA, che ricordiamo sono principalmente relative allo sviluppo del software. Tra le diverse sottosezioni abbiamo: specifiche e design, linguaggi e compilatori, testing ecc.

L'integrità (*integrity*) viene definita da MISRA come "la certificazione che il sistema sia privo di malfunzionamenti (*free from impairment*)". L'espressione "privo di malfunzionamenti" può essere resa come "la qualità di essere indenne (*unimpaired*)". Un sistema indenne è caratterizzato dall'essere capace "di realizzare le funzioni richieste, nel modo desiderato, sotto tutte le condizioni rilevanti, e in relazione alle richieste ricevute". Possono essere inquadrate una serie di altre definizioni, anche più stringenti, come quella data da *Laprie*, che definisce l'integrità secondo la frase: "Il non verificarsi di alterazioni improprie dell'informazione conduce all'integrità". Per evitare di confondere i diversi concetti non ci riferiremo all'integrità ma ad un concetto più largo che contiene diversi concetti, come avremo modo di approfondire, ci riferiremo al-

Tabella 2: relazioni di connettività.

CONNETTIVITÀ	UTILIZZO DURANTE LA GUIDA	UTILIZZO IN SOSTA	UTILIZZO IN PARCHEGGIO
Sotto il cofano	Interna	Interna	Interna
Da sedile anteriore	Interna/Esterna	Interna/Esterna	Interna/Esterna
Da sedile posteriore	Globale	Globale	Globale

la dependability. La dependability è definita come "l'abilità di un sistema nell'espletare un servizio di cui si può giustificatamente avere fiducia" (Laprie '04). Esistono diversi altri standard generici circa sistemi elettrici/elettronici ecc. che si occupano di aspetti riconducibili all'analisi dei rischi e altre linee guida per la safety, tra queste c'è uno standard internazionale, l'IEC 61508 che risulta tra le diverse normative quello più vicino ed adattabile al contesto in cui ci muoviamo. L'automotive, a differenza del settore ferroviario o avionico, risulta da questo punto di vista sprovvisto di strumenti e meccanismi di validazione specifici di settore.

RELAZIONI TRA ASPETTI DI BUSINESS E ASPETTI TECNOLOGICI

È ovvio che un maggior livello di criticità è legato alle applicazioni utilizzate nell'ambito della guida che nel periodo di sosta e di parcheggio. In più tale aspetto è sicuramente più legato alle applicazioni "sotto il cofano" a differenza delle applicazioni "da sedile posteriore" che risultano affatto critiche.

Le applicazioni "da sedile anteriore" possono essere più o meno critiche in relazione alle applicazioni attuali. Queste considerazioni individuano ragionevolmente le applicazioni *safety-critical* come quelle che vengono utilizzate durante la guida e che sono "da sedile anteriore" e "sotto il cofano". È possibile riepilogare la situazione in **tabella 1**.

Le relazioni tra le dimensioni di business e la connettività, definita come dimensione tecnologica sono un po' più complesse da definire, in quanto la necessità di comunicazione è definibile in due direzioni dal veicolo in generale all'esterno o da qualsiasi entità esterna al veicolo. Questo implica l'esistenza di diversi requisiti sulla connettività in relazione alla direzione su cui si svolge la comunicazione. Le applicazioni "da sedile anteriore" hanno in molti casi requisiti da applicazioni per servizi personali, ma è sicuramente probabile una richiesta di banda limitata rispetto alle applicazioni "da sedile posteriore". I servizi di navigazione, per esempio, sono classificati come servizi personali "da sedile anteriore".

Possiamo riassumere le considerazioni fatte in **tabella 2.**

LE PRINCIPALI SFIDE DEL SETTORE AUTOMOTIVE

In relazione alle applicazioni presentate e agli sforzi di sviluppo richiesti da queste applicazioni, le maggiori aziende del settore automotive si trovano di fronte ad una serie di sfide di diverso tipo. Alcune di queste sono di natura organizzativa e richiedono buone capacità di accordi commerciali con rilevanti partners, ma ci sono anche sfide di tipo puramente tecnico che richiedono, quindi, uno sforzo di ricerca.

Le sfide di tipo collaborativo nella realizzazione di partnership possono richiedere nuove forme di organizzazione nello sviluppo di un prodotto e nuove forme di relationship tra compagnie. In ogni caso questi problemi sono completamente fuori dagli interessi di questa trattazione. Le sfide di interesse sono quelle tecniche che investono l'azienda della responsabilità di rischiare per trovare una soluzione tecnologica ad un problema pratico.

Sviluppare un sistema caratterizzato da alta criticità implica requisiti elevati circa i livelli di dependability e richiede molte risorse di sviluppo. Assumendo che l'interesse principale sia quello per le funzionalità necessarie del veicolo, si può facilmente concludere che le applicazioni "da sedile posteriore" dovrebbero essere rese possibili, ma non sviluppate completamente in ambito automotive, queste applicazioni vanno sviluppate in collaborazione con partner di altri settori, come le telecomunicazioni ecc.

Veniamo ad un aspetto che verrà particolarmente curato, la necessità di metodologie per la costruzione di sistemi complessi e l'integrazione tra i diversi sistemi presenti in un veicolo.

Con la crescita del numero di funzioni e di sensori, la gestione dell'aspetto progettuale risulta molto importante. La realizzazione di architetture tipiche e d'integrazione di diverse funzionalità risulta una delle maggiori sfide del settore. Questo richiede che siano ricercati metodi che possano supportare lo sviluppo. Si sente la necessità di definire l'utilizzo di tools per favorire la comunicazione tra team di sviluppo, sia all'interno dell'azienda che all'esterno.

La realizzazione di standard aperti è una parte essenziale di questo lavoro che può permettere lo sviluppo del settore non solo in termini di grandi aziende consorziate nella realizzazione di determinate autovetture, ma anche per lo sviluppo di una classe di aziende che si possa occupare di fornire solo componenti e parti compatibili, come avviene per i componenti meccanici o elettromeccanici attualmente in utilizzo.

È necessario, inoltre, lo sviluppo nel settore della modellazione di alto livello sia per il supporto alla realizzazione di sistemi di comunicazione sia per lo sviluppo corretto di specifiche che risultano essere sempre più complesse.

Il '*model based design*' e il '*component based design*' sono considerati in progetti di ricerca metodi per migliorare la gestione dell'integrazione.

Sulla base delle competenze richieste per affrontare le finalità appena definite, gli sforzi di sviluppo delle aziende di settore risultano principalmente in direzione della safety, della gestione delle dinamiche del veicolo (drive-by-wire), della riduzione delle emissioni e dei consumi. I diversi governi indicano principalmente i requisiti ambientali mentre i requisiti di economia, di gestione delle dinamiche del veicolo e di safety sono principalmente legate ai consumatori.

In generale possiamo riepilogare le sfide del settore automotive attraverso due punti principali.

Le aziende devono sviluppare ed integrare sistemi elettronici raggiungendo un appropriato livello di dependability per soddisfare i requisiti di criticità, ma devono anche rendere possibile la connettività per fornire servizi sempre più evoluti. Abbiamo, quindi, una sfida rappresentata dall'integrazione interna ed un'altra rappresentata dall'integrazione esterna.

L'integrazione interna richiede sicuramente capacità di connettività, ma principalmente l'attenzione è verso la dependability, al contrario l'integrazione esterna richiede principalmente connettività e standard di comunicazione ben definiti, e in seconda battuta anche il raggiungimento di traguardi affidabilistici. ❑

CODICE MIP 500126

400.000 prodotti di un nuovo servizio

RS components, ha annunciato il lancio di un nuovo servizio denominato "confezione per produzione"; tale servizio permette ai clienti di poter richiedere oltre 40.000 elettronici ed elettromeccanici nell'imballo originale del produttore (reel, stecche, vassoi, scatole, buste e nastri), in modo tale da ricevere il prodotto nella maniera più idonea possibile. Con il lancio di questo servizio il cliente potrà optare tra l'imballaggio standard di RS e la confezione di produzione originale il tutto senza alcuna variazione di costo. Altra novità è il rafforzamento dei rapporti con Sharp e il relativo incremento di display, video proiettori, videocamere, DVD, tv ecc... presenti nel portafoglio di RS.

CODICE MIP 900493

PIC32 nuove funzionalità

La frequenza operativa massima della famiglia PIC32 è stata incrementata a 80MHz, ampliando ulteriormente la copertura prestazionale della nuova famiglia di microcontroller PIC32 a 32-Bit. Microchip annuncia l'integrazione di nuove funzionalità USB 2.0 On-The-Go (OTG) nei microcontroller della famiglia PIC32 a 32-bit. La famiglia PIC32 garantisce ai progettisti di applicazioni embedded più prestazioni e più memoria, mantenendo la compatibilità a livello di pin, periferiche e software con le famiglie di DSC e di microcontroller a 16-bit di Microchip.

CODICE MIP 900490

L5961 per reti MOST

STMicroelectronics, leader mondiale nei semiconduttori per l'automobile, ha annunciato il lancio dell'L5961 la prima soluzione industriale integrata per la gestione della potenza in reti MOST. La tecnologia MOST permette soprattutto di collegare con il minimo sforzo diversi sistemi multimediali all'automobile: ad esempio, lettori CD o DVD, autoradio e navigatori personali. La ST, avendo integrato l'alimentatore e la logica di controllo per la gestione della potenza all'interno del dispositivo L5961, offre: un notevole risparmio dello spazio occupato sulla scheda circuito stampato, costi più bassi, un minore costo di gestione complessiva e un ridotto consumo di energia in stand-by, rispettando quindi le specifiche recentemente emesse da molti dei principali produttori di automobili.

CODICE MIP 900485

NUOVI MCU A 16 BIT DA MICROCHIP

Microchip ha annunciato nove nuovi microcontrollori per la famiglia PIC24F a 16 bit. Questi nuovi microcontrollori (PIC24FJ256GA1) vengono presentati come gli MCU del portafoglio a 16 bit a minor consumo di potenza, (2,6uA di corrente in modalità standby) memoria più ampia e prestante (fino a 256 KB di memoria flash e 16KB di memoria ram). Inoltre questi dispositivi sono i primi MCU a 16 bit a disporre di una periferica CTMU (Charge Time Measurement Unit) integrata, la quale permette grazie al kit mTouch di fornire al proprio progetto un'interfaccia capacitive-touch in modo semplice e senza la necessità di componenti esterni.

La flessibilità di I/O è stata massimizzata in modo da poter mappare i pin come più risulta comodo. Per ciò che riguarda la connettività si dispone di 4 connessioni UARTs, 3 SPI e 3 I2C. Ultimo elemento chiave è la presenza di ben 23 timer indipendenti.

CODICE MIP 900483

di ROBERTO PRESTIANNI

DRIVER per motori DC

COMANDI E FUNZIONALITA' (parte terza)

Questa puntata è dedicata alla parte funzionale con la descrizione dei comandi e le funzionalità offerte dal sistema realizzato

Prima di entrare nel merito dell'articolo, vedremo un ulteriore esempio applicativo che ci permetterà di variare la luminosità di una lampadina ad incandescenza e di bassa tensione.
Per far questo, procuriamoci una lampadina in corrente continua che non superi 36V di tensione di alimentazione, e una corrente di 600mA (questi sono i limiti imposti da U3, il driver di potenza siglato ST-L293D). Chiaramente non ha nessuna importanza come polarizzeremo la lampadina.
Anche in questo caso, tramite il potenziometro e i due pulsanti, saremo in grado di modificare l'apporto di potenza in uscita, che in questo caso si traduce in una maggiore o minore emissione di luce.
Osservate adesso come i due led di segnalazione, posti uno a fianco dell'altro e di colori verde e rosso (rispettivamente per la segnalazione della rotazione oraria e per quella antioraria), si comportino in funzione del livello di potenza richiesto per il carico (la nostra lampadina in questo caso):

- se il livello è al minimo (D.C. = 0%) o in prossimità, entrambi i led saranno spenti;
- se il livello è al massimo (D.C. = 100%) o prossimo, entrambi i led lampeggeranno velocemente;
- per il resto della scala dei livelli (0% < D.C. < 100%), i due led li vedremo accesi. Ciò accadrà a patto che non sia stato attivato il blocco logico di emergenza (aperture del jumper o dell'interruttore INT). In questo caso i due led lampeggeranno velocemente, i segmenti del display

Figura 1: esempio di connessioni esterne al dispositivo (alimentazioni, motore, programmatore.

smetteranno di ruotare e la potenza in uscita verrà annullata (D.C.=0%). Questo chiaramente, provocherà lo spegnimento istantaneo della lampadina.

DESCRIZIONE DI COMANDI E FUNZIONALITÀ

Innanzitutto riepiloghiamo il significato di Jumper e interruttori **(tabella 1)**.
NOTA IMPORTANTE: se decidete di alimentare il circuito tramite il programmatore (sempre che questo sia in grado di erogare la corrente necessaria), badate bene affinchè l'alimentatore sia spento, o lasciando aperto il suo ingresso tramite JP2 (che può essere un interruttore generale), o scollegando l'alimentatore esterno. In questo caso, i 5V del programmatore polarizzeranno inversamente U1, ma non preoccupatevene, dal momento che questo è provvisto di protezione.
Per meglio prendere confidenza con i comandi, consiglio di far funzionare il circuito 'a singolo verso di rotazione'.

DEFINIZIONE DEI LIMITI DI POTENZA MINIMO E MASSIMO

Questi due limiti servono a fare in modo che la potenza erogata in uscita (tradotta in velocità di un motore o luminosità di una lampadina), non scenda oltre un minimo e non superi un certo massimo. Questi due livelli vengono scelti entro l'intera scala dei valori di potenza consentiti, e vengono definiti uno per volta.
La procedura ha inizio tenendo premuto il pulsante *sw_set* per almeno 2 secondi, al termine dei quali si riceverà una conferma con un triplice lampeggio del punto decimale del display (che poi rimarrà acceso).
Una volta rilasciato il pulsante, il range di valori selezionabili si espanderà al massimo (da 0 al 100%), anche se in passato erano già stati settati tali limiti di potenza.
A questo punto, tramite la manopola del potenziometro o tramite i tasti *sw_up* e *sw_down*, si dovrà scegliere il livello desiderato (massimo o minimo che sia). Il livello di potenza raggiunto sarà mostrato dal funzionamento del carico applicato (motore, lampadina…). Dopodichè si dovrà premere di nuovo *sw_set* e subito dopo *sw_up* o *sw_down,* se si intende settare rispettivamente il limite massimo o quello minimo.
Un triplice lampeggio del punto decimale del display, confermerà il termine della procedura e il salvataggio permanente su EEPROM (almeno fino alla prossima ridefinizione del limite appena salvato).
Tale procedura deve essere completata entro circa 30 secondi, altrimenti verrà auto-terminata, e vedremo così il lampeggio veloce del punto decimale e del carattere *'E'* di ERRORE. A questo punto viene ripreso il funzionamento normale del dispositivo, e vengono ripristinati i limiti precedentemente settati.
Osserverete che, una volta modificati i limiti di potenza, l'accensione dei led si adeguerà a questi nuovi valori (vedi esempio per l'accensione di una lampadina).
Nota: conviene eseguire questa procedura in modalità '*a singolo senso di rotazione*', dal momento che così si può godere dell'intera escursione del potenziometro. Infatti, nell'altra modalità di funzionamento ('*a doppio senso di rotazione*'), l'escursione del potenziometro viene equamente divisa ad entrambi i versi di rotazione.

PER *approfondire...*

www.microchip.com
www.st.com

DEFINIZIONE DELLO STEP DI INCREMENTO/DECREMENTO DI POTENZA

Da questo momento in poi questo parametro lo identificheremo con la scritta '*inc*', che tra le altre cose troverete nel codice sorgente del firmware.
Si inizia la procedura tenedo premuti contemporaneamente *sw_up* e *sw_down*: dopo un secondo apparirà sul display il carattere *'C'* e dopo ulteriori 2 secondi entrerete nella procedura voluta; ecco allora che appariranno in sequenza '*P*' ed '*S*' (stanno per *Power Step*).
A questo punto l'uscita PWM verrà disabilitata, onde consentire lo spegnimento dei carichi pilotati. Seguirà uno zero, e a quel punto inizierete a fornire un numero a 3 cifre (partendo da quella delle centinaia), non superiore a 255. La limitazione a tale valore, avverrà in automatico durante l'inserimento delle stesse cifre.
Considerate che il livello di potenza varia da 0 a 1023, dunque se setterete *inc* a 255, con soli 4 incrementi/decrementi coprirete l'intero range di valori. Questo parametro quindi definisce la finezza della regolazione di potenza operata dai due pulsanti.
Per cambiare la cifra da inserire, dovrete prendere *sw_down,* dopodichè la selezionerete premendo *sw_up*. Al termine della procedura, osserverete sul display il riepilogo del numero inserito e automaticamnete il valore di *inc* verrà permanentemente salvato su EEPROM (almeno fino alla prossima riscrittura). Concluderà la procedura una molteplice rotazione dei segmenti del display.
A questo punto l'erogazione di potenza viene ristabilita riprendendo il precedente livello selezionato.
Anche qui, se la procedura non viene chiusa dall'utente entro 30 secondi, verrà segnalata la condizione di ERRORE e ripristinato lo stato del sistema anteriore alla procedura stessa.

VELOCIZZAZIONE INCREMENTO/DECREMENTO DI POTENZA

Per poter passare più velocemente da un livello di potenza ad un altro (e così anche da un senso di rotazione all'altro), è possibile aumentare *inc* (lo step di potenza operato da *sw_up* e *sw_down*), semplicemente tenendo premuto uno dei due tasti: così facendo la variabile *inc* verrà aumentata di un fattore 2. Osserverete che, una volta rilasciato il tasto, la velocità di cambiamento del livello di potenza verrà ripristinata al valore nominale.
Ad esempio, se precedentemente si era posto *inc* a 100 (quindi si avevano circa 10 livelli di potenza selezionabili), tenendo premuto uno dei due tasti porteremo automaticamente *inc* al valore 200 (avremo quindi 5 livelli di potenza).

TABELLA 1: LE FUNZIONI DEI JUMPER E DEGLI INTERRUTTORI

	APERTO	CHIUSO
JP1	la programmazione avviene con i 5V dell'alimentatore	la scheda viene alimentata con i 5V forniti dal programmatore (ATTENZIONE: qui è necessario tenere spento l'alimentatore !)
JP2	l'alimentatore è spento	l'alimentatore è funzionante (se gli si fornisce la dovuta tensione)
JP3	Blocco diretto di emergenza: (interruzione linea PWM)	funzionamento normale con erogazione di potenza in uscita
JP4	modalità : doppio senso di rotazione (orario/antiorario)	modalità : singolo senso di rotazione (orario)
INT1	Blocco logico di emergenza: attivo	Blocco logico di emergenza: spento

BLOCCO DI EMERGENZA

Questa funzione consente l'azzeramento della potenza in uscita e quindi il blocco dei motori pilotati (o lo spegnimento delle lampade). Sono previsti due metodi: uno *logico* e uno *diretto*.

*Blocco Logico:*questo si attua aprendo INT1, ed è una *condizione logica* che viene rilevata dal microcontrollore ed attuata in tal senso. E' sicuramente un metodo indiretto ma consente alcune prestazioni: la segnalazione visiva dei due led, e l'annullamento della potenza in uscita (condizione che permane fino allo sblocco, e alla prossima variazione di livello operato o con POT1 o con *sw_up* e *sw_down*).

*Blocco diretto:*viene azionato aprendo JP3. In questo modo la linea PWM viene interrotta e posta a massa: questo comporta automaticamente la disabilitazione dei driver di potenza (U3), e quindi lo spegnimento del motore (o lampada). Così facendo si ha la certezza di disabilitare i driver, ma non è una condizione valutata dal microcontrollore.

DISPLAY

Il display si accenderà sempre durante quelle procedure che richiedono la visualizzazione di cifre da inserire e di altre informazioni come la condizione di ERRORE. Tuttavia, può essere disabilitata la sua accensione durante il normale funzionamento, ovvero la rotazione del display (la cui velocità è proporzionale alla potenza erogata in uscita). Basterà tenere premuti anche qui *sw_up* e *sw_down* fino all'apparizione di *'C'*, dopodichè bisogna rilasciare i tasti e immediatamente pressare *sw_set.*

Apparirà:

- '*A*' se prima il display era spento ed ora viene *ACCESO*;
- '*S*' se prima il display era acceso ed ora viene *SPENTO*.

Anche lo stato del display viene memorizzato sulla EEPROM, come anche i limiti di potenza ed il parametro *inc*, in modo che alla prossima accensione del dispositivo, venga richiamato lo stato dei parametri precedentemente impostati. Ricordiamo che questi salvataggi permettono, al riavvio di ogni DRIVER, la ripresa del punto di funzionamento, tale e quale a quello interrotto a seguito della caduta di alimentazione.

MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO

Avendo già studiato la modalità a '*singolo senso di rotazione*', sicuramente la più indicata quando si vuole far girare il motore in un solo verso (orario se si rispettano i collegamenti elettrici); se si intende variare la luminosità di una lampada, ci dedicheremo adesso alla modalità '*a doppio senso di rotazione*'. Questa viene abilitata aprendo JP4. In questo modo il led verde segnalerà il verso di rotazione *orario*, mentre quello rosso il verso *antiorario*. Quando un verso è attivo, il led del verso opposto viene mantenuto spento.

Anche qui, come già spiegato per la modalità '*a singolo senso di rotazione*' (vista quando abbiamo portato l'esempio dell'accensione di una lampadina), si ha che:

- se il livello è al minimo (D.C. = 0%) o in prossimità, il led sarà spento;
- se il livello è al massimo (D.C. = 100%) o prossimo, il led lampeggerà velocemente;
- per il resto della scala dei livelli (0% < D.C. < 100%), il led lo vedremo acceso.

Qui la scala dei livelli, selezionabili dal potenziometro e dai pulsanti, viene equamente divisa ai due versi. Dunque, la metà sinistra della scala (quella più alta) è dedicata al verso antiorario, l'altra al verso orario. Per cambiare verso basterà agire sui soliti comandi e più ci si allontana dalla centralità, maggiore sarà la potenza erogata in uscita nel verso di competenza. Centrata in questa scala vi è un piccolo range di valori per i quali entrambi i led sono spenti e, soprattutto, la potenza in uscita sarà nulla, ed entrambi i led spenti. A questo proposito, si consiglia di posizionare la manopola del potenziometro, facendo in modo che la tacca di riferimento si trovi in posizione verticale (e verso l'interno del dispositivo), proprio quando si è in centro scala. Precisiamo comunque che i parametri di funzionamento come i limiti di potenza, lo step di incremento/decremento (*inc*) e l'attivazione del display, possono essere definiti in modo indifferente in entrambe le modalità.

POSSIBILI UPGRADE

Come già anticipato in una precedente puntata, il dispositivo dispone di un con-

nettore da 6 pin (CONN6), il quale riporta i seguenti segnali e tensioni:

1- +5V;
2- GND;
3- VccMot tensione di alimentazione del carico (motore ecc.);
4- Rot_or segnale di polarizzazione per la *rotazione oraria*;
5- Rot_an segnale di polarizzazione per la *rotazione antioraria*;
***6-** segnale PWM*.

Potrete utilizzarli per esempio per pilotare un driver più potente di quello montato sul dispositivo, come ad esempio l'ST-L298N da 25W, un Mosfet di potenza oppure, per le applicazioni in AC, un triac. A proposito delle applicazioni in corrente alternata, poiché la frequenza dell'onda PWM (1KHz) è nettamente superiore a quella della rete di distribuzione a 220V (50Hz), il DRIVER ci dà la possibilità di modulare la potenza di lampade ad incandescenza, trapani ed altro ancora. Infatti avremo circa 20 onde PWM per ciascuna onda di rete. Consiglio comunque di adottare opportuni filtri di rete, onde evitare che la modulazione di potenza a 1KHz, possa generare disturbi nel vostro impianto elettrico. Sconsigliamo vivamente ai meno esperti, l'impiego di queste applicazioni ad alta tensione. A quelli più esperti raccomandiamo di porre sempre *MOLTA ATTENZIONE alla 220V; di assicurarsi che il proprio impianto sia almeno dotato del salvavita, e di non rimanere soli mentre si lavora.* ❑

CODICE MIP 500115

di MASSIMO DI MARCO

ALIMENTATORI per uso Audio

(parte seconda)

Nelle note introduttive descritte nella puntata precedente abbiamo sommariamente affrontato il funzionamento dell'alimentatore dal punto di vista dell'erogazione della corrente; con l'aiuto dei rilevamenti oscillografici abbiamo osservato l'andamento della corrente in funzione del segnale musicale (un breve frammento della durata di 50ms). In questo numero cercheremo di approfondire le tematiche relative sia al bilancio energetico di un amplificatore (nelle varie classi di polarizzazione) che di quelle riguardanti gli stadi d'alimentazione

Diciamo subito che un comportamento simile a quello delle figure mostrate nella puntata precedente è relativo (e tipico) della classe A-B; in questo tipo di polarizzazione la corrente non scende mai a valori prossimi a zero (pena l'interdizione dei dispositivi finali con l'immediato insorgere della distorsione d'incrocio) ma mantiene comunque un valore più o meno cospicuo (corrente di riposo o di polarizzazione o, ancora, di bias) in relazione a svariati fattori quali la minimizzazione della distorsione, la temperatura massima delle giunzioni dei dispositivi di potenza, il rendimento energetico minimo, ecc. La corrente di polarizzazione viene fissata, in fase di taratura, dal costruttore tenendo presente i parametri di progetto (cioè gli obbiettivi che si vogliono perseguire per il proprio prodotto); è da precisare che maggiore è la corrente di polarizzazione più alta sarà la potenza che l'amplificatore eroga in classe A. Questo naturalmente consente ai bassi livelli di potenza di eliminare totalmente le distorsioni legate ai fenomeni di cross-over (infatti nella classe A i dispositivi di potenza rimangono costantemente polarizzati per tutta l'escursione determinata dall'ampiezza del segnale audio). Pensandoci bene quando l'amplificatore lavora in classe A, la corrente erogata dall'alimentatore è costante poiché o viene trasferita al carico o viene dissipata dai dispositivi di potenza sotto forma di calore, ma l'alimentatore lavora in regime costante. In codeste condizioni la differenza tra un alimentatore stabilizzato a un convertitore AC/DC convenzionale è che il primo non possiede ondulazione residua (ripple) se non a livelli trascurabili mentre il secondo comunque presenterà un ammontare di ondulazione più o meno cospicuo ma non trascurabile il quale non varia in funzione del segnale audio. C'è da chiedersi:

E' possibile che anche questo aspetto influenzi positivamente la resa sonica dell'amplificatore?

Nel corso di questa dissertazione tenteremo, se possibile (e senza presunzione), di dare una risposta a questo quesito. Diamo uno sguardo alla **figura 1**; in essa è rappresentato l'andamento di un segnale musicale comparato con la corrente erogata dell'alimentatore relativa ad uno amplificatore funzionante all'interno della classe A (*Ciò significa che l'ampiezza del segnale è abbastanza bassa da non determinare una fuoriuscita dall'ambito della classe A, ma non si tratta tuttavia di un amplificatore in classe A!*). Rispetto a quella della puntata precedente si nota come il segnale influenza in maniera minima l'andamento della corrente (privata della componente continua per ragioni di facilità di visualizzazione).

Serviamoci a questo punto di segnali campione puramente sinusoidali, onde poter osservare il comportamento degli stadi di amplificazione in maniera stabile e ripetitiva. Per mezzo dell'analisi spettrale possiamo analizzare il contenuto armonico di ciò che si presenta all'uscita dell'amplificatore. Le figure si riferiscono all'ampli utilizzato per questi articoli (il super tigre presentato da B. Aloia tanti anni fa sulle pagine di suono e che ho utilizzato per comodità dato che ne ho un esemplare in laboratorio in versione, diciamo così, *open frame*) che nel corso dello scritto sarà abbreviato S.T..

Figura 2: analisi spettrale del S.T. con un alimentatore di tipo capacitivo (non stabilizzato).

Per prima cosa ho alimentato l'S.T. con un alimentatore da laboratorio duale, ad una tensione di ±32 V, con un carico resistivo di 5 Ω; lo spettrogramma di **figura 1** mostra il risultato ottenuto applicando una sinusoide a 500 Hz con ampiezza tale da tenere lontano dal clipping l'uscita. Ebbene, tenendo conto della scala verticale di 10 dB/div. i residui armonici inferiori alla fondamentale si confondono con il rumore (al disotto di 70dB) e non sono praticamente rilevabili. Un risultato apprezzabile, almeno dal punto di vista strumentale, tenuto conto anche del non altissimo tasso di retroazione praticato. Vediamo però cosa succede allo stesso ampli quando lo stesso è alimentato con un convertitore tradizionale di tipo capacitivo; il risultato è visibile in **figura 2**. Il grafico mette in evidenza come il ripple presente sulle linee di alimentazione causa la comparsa di una riga a 100Hz (anche se molto attenuata) in un regime di potenza lontano dal clipping, cioè in una zona di funzionamento ancora del tutto lineare. L'attenuazione della riga a 100Hz è in massima parte dovuta al gran lavoro svolto dalla retroazione la quale riesce, almeno sul carico resistivo utilizzato nel test, nel suo intento.

Figura 1: analisi spettrale del S.T. alimentato con una tensione stabilizzata di ±32 volt circa. Lo spettrogramma si riferisce al contenuto armonico inferiore rispetto la fondamentale e va da 0 a 500 Hz.

Nella **figura 3** invece ci troviamo di fronte al contenuto armonico ai primi fenomeni di clipping; notare come la riga a 100Hz è presente ancora più vistosamente del caso precedente, segno che l'ampiezza del ripple (dato l'aumento della corrente assorbita) si è accentuata.

Nella **figura 4** ho ritenuto utile mostrare l'andamento del ripple durante il funzionamento in regime sinusoidale in zona lineare. Il grafico è stato ottenuto facendo erogare al S.T. una quarantina di watt, sempre su carico resistivo. Si nota chiaramente come il ripple di ampiezza non trascurabile ($400mV_{pp}$) venga a sua volta modulato dal segnale sinusoidale a 500Hz usato come campione. Non sarà difficile per il lettore trarre le conclusioni appropriate, tenendo

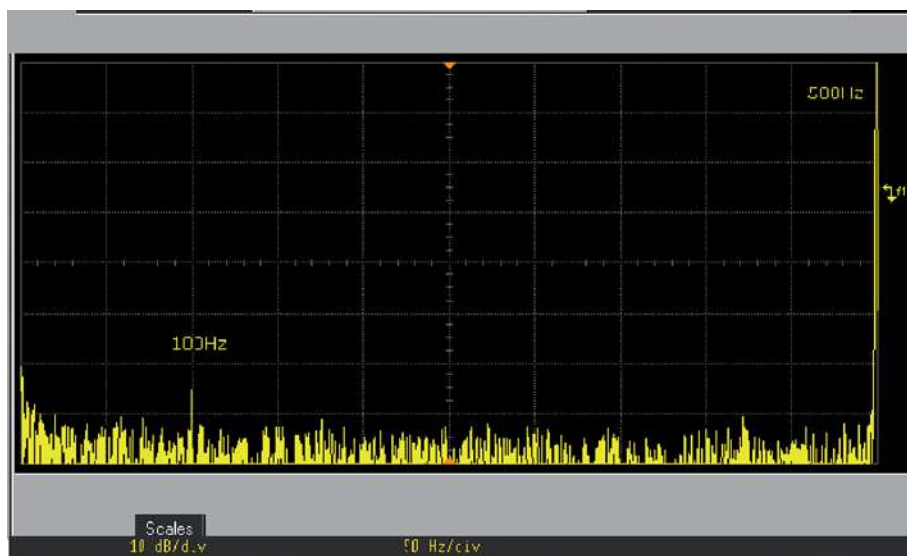



Figura 3: analisi spettrale del S.T. con un alimentatore di tipo capacitivo (non stabilizzato) alla comparsa dei primi fenomeni di saturazione, in altre parole, al clipping.

conto anche del fatto che il segnale musicale reale presenta un andamento tutt'altro che costante…

Vediamo allora di meditare un pò su quello che finora è stato detto e mostrato; con l'applicazione della retroazione, come abbiamo visto, il ripple dovrebbe essere fortemente attenuato in funzione di questa; ma, dato che forti tassi di retroazione sono stati banditi dalle elettroniche ben suonanti questa eventualità è tutta da dimostrare.

Ma allora se un power supply stabilizzato migliora le performance di un amplificatore perché non viene utilizzato in maniera massiccia ma, anzi è usato in pochissimi apparecchi?

Le risposte che possiamo dare sono molteplici; ne elencheremo alcune abbastanza importanti:

- Complessità realizzative (in pratica, dal punto di vista circuitale e dei costi, significa realizzare un altro amplificatore).
- Diminuzione dell'affidabilità generale (più componenti ci sono più sono le possibilità che essi si danneggino).
- Pesi e ingombri rilevanti (soprattutto con tecniche di regolazione lineari).
- Drastica diminuzione del rendimento totale, già di per se basso negli amplificatori in classe A/B.

Esaminiamo quest'ultima affermazione e approfondiamo le considerazioni sull'aspetto energetico del sistema amplificatore + alimentatore; partiamo dall'amplificatore.

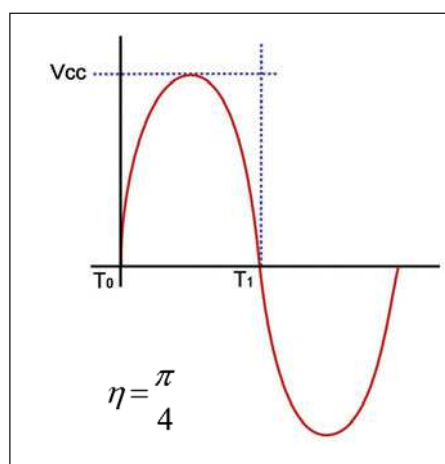



Figura 5: la massima ampiezza del segnale sinusoidale (di picco) è quella che coincide con la tensione d'alimentazione.

Partendo dalla corrente di polarizzazione che, per il momento supponiamo nulla, analizziamo uno stadio di potenza in classe B alimentato da una tensione continua specifica e pilotato in maniera adeguata tale che la sinusoide in uscita risulti della massima ampiezza indistorta. Come è facile intuire **(vedi figura 5)**, il rendimento è condizionato dal fatto che la potenza trasferita al carico è rappresentata dal prodotto di due grandezze sinusoidali (tensione e corrente efficaci), mentre, la potenza erogata dal generatore avviene a tensione fissa (Vcc) e corrente sinusoidale. Dal punto di vista analitico, supponendo che il valore di picco della tensione sia uguale alla tensione di alimentazione (sfruttando cioè tutta la retta di carico) e che le perdite dei dispositivi di potenza siano nulle, la potenza erogata dal generatore è data dal prodotto tra la tensione costante e la corrente media sinusoidale. Dato che il valor medio della corrente sinusoidale è:

$I_m = 2I_p/\pi$

La potenza erogata dal generatore vale:

$P_g = V_{cc}\, I_m = V_{cc}\, 2I_p/\pi$

La potenza erogata al carico è data dalla relazione:

$P = V_{eff}\, I_{eff} = V_{cc}\, I_p\, /2$

Il rendimento si calcola allora come il rapporto tra le due potenze:

$\eta = P/\, P_g = \pi/4 = 0{,}785 = 78{,}5\%$

da queste relazioni vediamo che il rendimento massimo è lontano dal valore unitario e, in realtà, diminuisce ulteriormente a causa di fattori quali:

- le perdite dovute ai dispositivi di potenza e nei vari stadi di pilotaggio (comprese gli stabilizzatori locali) che si traducono nel riscaldamento e conseguente dissipazione di calore degli stessi;
- l'impossibilità pratica di funzionare alla massima ampiezza ammissibile, cioè con valore di picco uguale alla Vcc.

Necessità di polarizzare i dispositivi di potenza per evitare l'insorgere della distorsione di incrocio, come già detto, con conseguente ed ulteriore perdita di energia (ma dato che ciò che conta è il risultato sonico il rendimento può passare in secondo piano).

Ciò tuttavia porta inesorabilmente a stimare un rendimento inferiore al 50%.

Cosa vuol dire? Vuol dire che, nel migliore dei casi, la metà della potenza erogata dall'alimentatore si perde in calore. A questa vanno aggiunte le perdite del raddrizzatore, come le perdite del trasformatore e la dissipazione dei diodi (ma quante perdite!); insomma, un quadro non proprio confortante, ma tutto sommato accettabile, considerando che, almeno per un uso domestico normale, l'amplificatore non eroga in continuazione la massima potenza sia per l'andamento del segnale che per il livello del volume impostabile nelle normali residenze domestiche. Il discorso cambia per quanto riguarda gli amplificatori in classe A i quali, dovendo comunque dissipare la massima potenza di targa, scaldano come stufe. Passiamo ora alle valutazioni relative all'alimentatore; come ho detto poco sopra, se l'alimentatore consta di uno stadio di

conversione AC/DC composto da trasformatore, ponte diodi e condensatore di livellamento (bulk capacitor) il rendimento si attesta su valori prossimi al 90 % circa, determinato dal rendimento dei singoli componenti e precisamente:

- trasformatore a nucleo E (85-95 % circa);
- trasformatore toroidale (90-98 % circa);
- ponte realizzato con normali diodi raddrizzatori al silicio o con diodi raddrizzatori veloci a giunzione Schottky.

Il rendimento del trasformatore è abbastanza alto e possiamo quantificarlo attorno al 85-95% per quello a lamierini e fino al 98% per il tipo toroidale; è da precisare che più è alta la potenza del trasformatore maggiore è il rendimento in quanto vengono minimizzate le perdite del traferro e quelle dovute alla resistenza degli avvolgimenti. Per quanto riguarda le perdite che si verificano nei diodi, dobbiamo dire che il loro computo non è del tutto semplice, tranne forse nel caso di funzionamento in classe A dove, come ormai ripetuto alla noia, la corrente è costante e, quindi, di facile determinazione. Non è cosi facile invece per la classe A/B poiché la corrente, al di sopra di quella statica di polarizzazione, viene modulata dal segnale. Gran parte dell'energia dissipata dai diodi è dovuta dalla tensione di polarizzazione (Forward Voltage) che, nel caso dei normali diodi raddrizzatori può arrivare e superare il valore di 1.2 volt, mentre nel caso di diodi a giunzione Schottky questo valore non supera gli 0.5 volt. Questa tensione moltiplicata per il valore efficace della corrente fornisce la potenza dissipata dal dispositivo. Appare evidente che la potenza dissipata dai raddrizzatori Schottky è decisamente più bassa (questi diodi presentano una forward voltage di 0,2-0,5 Volt; offrono peraltro velocità di commutazione e recupero molto alte, per cui la loro dissipazione statica e dinamica è alquanto ridotta). Nel caso in cui si faccia ricorso ad un alimentatore stabilizzato le cose, dal punto di vista del bilancio energetico, si aggravano ulteriormente e non di poco; infatti alle perdite sin qui elencate, che comunque non superano complessivamente la soglia del 10%, bisogna aggiungere quelle intrinseche dei regolatori lineari. Qui entriamo nel vivo delle considerazioni se non altro quantitative riguardanti la regolazione di tensione con tecniche lineari. Gli stadi di regolazione solitamente utilizzano un dispositivo di potenza a base comune, nel caso di BJT, o a gate comune nel caso di Mosfet. I dati di progetto presuppongono che la tensione di rete abbia rilevanti variazioni, diciamo più o meno il 15-20% (*va da se che in uno stadio di conversione AC/DC a diodi e condensatore di livellamento la tensione continua d'uscita segue fedelmente le variazioni di rete!!!*) e che quindi lo stadio di regolazione possa funzionare regolarmente anche in presenza di fluttuazioni della tensione di rete così ampie. Supponendo che la tensione nominale di rete sia 220 Volt, una variazione negativa del 15% determina una tensione di 187 Volt! Supponiamo, per esempio, di voler realizzare un amplificatore da 40W su un carico di 8Ω; dato che ci prefiggiamo di realizzare un alimentatore che mantenga comunque la tensione prefissata anche al variare del carico consideriamo che se il carico scende a 4Ω la potenza erogata si porta a valori prossimi a 80W. Assumiamo allora il valore di 75W come la potenza massima erogabile dall'amplificatore. Determiniamo ora la tensione necessaria per l'ottenimento delle specifiche; una potenza di 40W RMS su 8Ω si ottiene da una tensione sinusoidale efficace di 17.6 V, come facilmente ottenibile dalla relazione:

$P=V^2/R$

Si ricava che il valore picco-picco della sinusoide è di circa 50V:

17.6*2*1.41≈ 49,6

Il nostro alimentatore dovrà allora erogare 50 Volt stabilizzati. Calcoliamo ora la corrente massima per ottenere la potenza di targa di 75W; dalla relazione:

$P_g = V_{cc} I_m = V_{cc} 2I_p/\pi$

Ricaviamo il valore di picco della corrente:

$I_p = \pi / 2 * P_g / V_{cc} \approx 2.35A$

Che fissiamo con un certo margine di sicurezza a 2.5A.

Al di la della configurazione adottata per il regolatore dobbiamo determinare i parametri di progetto e ricavare le varie tensioni necessarie al funzionamento ottimale del circuito, che possiamo così riassumere:

- tensione alternata efficace del secondario del trasformatore;
- caduta di tensione sul ponte diodi;
- valore minimo della tensione livellata ricavabile dal valore picco-picco che assume l'ondulazione residua (ripple);

PER *approfondire...*

[1] B. Aloia – Problematiche di alimentazione nelle apparecchiature audio. CHF n° 51-Gen-Feb. 2001

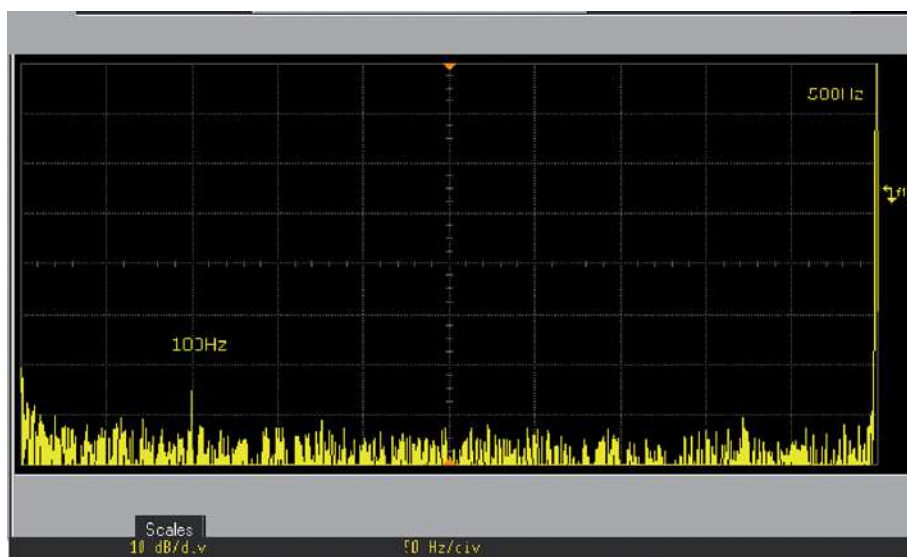



Figura 4: residuo della tensione d'alimentazione dell'alimentatore non stabilizzato (traccia inferiore) nella zona lineare di funzionamento, come del resto si evince dalla forma d'onda perfettamente sinusoidale dell'uscita (traccia superiore). Si vede come il residuo a 100Hz (ripple) venga a sua volta modulato dal segnale musicale (in questo caso una sinusoide a 500Hz).

• caduta di tensione minima sui dispositivi di regolazione (Drop Voltage).
Dato che abbiamo stabilito la tensione finale stabilizzata conviene procedere a ritroso e determinare innanzitutto la caduta di tensione sui dispositivi di potenza: un buon margine di sicurezza ci impone un valore di almeno 7-8 Volt; valore, che si assume quando la tensione di rete è al minimo valore ammissibile.
La caduta di tensione sui diodi è, come abbiamo visto, all'incirca 1.2-1.5 Volt in dipendenza dei dispositivi adottati e dalla configurazione. Utilizzando un ponte di diodi la caduta raddoppia poiché ad ogni semiciclo la corrente attraversa due diodi. Definiamo allora come valore massimo realistico 3 Volt e procediamo; a questo punto dobbiamo imporre il valore massimo picco-picco del ripple. Il valore di questo, come abbiamo visto nella puntata precedente, dipende dal carico (anche questo facilmente calcolabile poiché dipende dalla potenza massima erogabile dal nostro amplificatore) ma è altresì contenibile con un valore appropriato del bulk capacitor. Diciamo che 1 Vpp dovrebbe rappresentare un valore massimo accettabile e da non oltrepassare ad ogni costo. Sommiamo le cadute di tensione e determiniamo il valore minimo di secondario:

$V_{CAp}(min) = 50 + 8 + 3 + 1 = 62V$

[valore di picco]
Per ottenere finalmente il valore efficace dividiamo per √2 e otteniamo così 43,8 Volt
Stabiliamo la minima tensione di rete ammissibile (cioè ± la massima variazione percentuale), diciamo 190 Volt; a questa tensione deve corrispondere la tensione minima di secondario appena calcolata. Di conseguenza a 220 volt nominali la tensione di secondario assumerà il valore:

$V_{CAp} = 43.8 * 1.15 \approx 50,3$ Volt

Con un tale valore di tensione di secondario la tensione presente sul bulk capacitor si attesterà a circa 70 Volt continui, valore che rappresenta la tensione d'ingresso del regolatore vero e proprio quando la rete elettrica si trova in una condizione normale. In effetti è una tensione piuttosto alta, non facile da gestire; intanto il bulk capacitor deve operare ad una tensione commerciale di lavoro superiore a 80 VL, se non addirittura 100 VL, con un aggravio di costi e dimensioni notevoli. Ma l'aspetto più preoccupante è rappresentato dalla dissipazione dei dispositivi di potenza del regolatore; infatti, avendo previsto un ΔV minimo di 7/8 volt tra ingresso e uscita alla minima tensione di rete ammissibile di 195 V_{CA}, adesso ci ritroviamo un ΔV di 16 Volt (a tensione rete di 220 V_{CA}). Questo comporta una dissipazione del solo stadio di regolazione facilmente calcolabile mediante la semplice relazione:

$P_{DISS} = V * I_{eff} = 16 * 2.5 = 40$ Watt

[alla corrente nominale].
Questa è la potenza massima che deve essere dissipata in calore dai dispositivi di potenza; cosa tutt'altro che facile, se non ricorrendo a massicci ed estesi radiatori in alluminio. Chi ha dimestichezza con queste problematiche sa bene che una potenza simile è in grado di impensierire anche il più intraprendente dei costruttori (o autocostruttori). Il bilancio energetico poi subisce un degrado non indifferente poiché, in definitiva, per erogare circa 80W se ne perdono per strada 40.
Queste considerazioni quantitative devono tuttavia tener conto che l'amplificatore difficilmente lavorerà alla massima potenza in maniera continua (bisogna anche considerare l'andamento del segnale musicale nel tempo e, quindi, all'andamento della corrente), per cui la dissipazione non dovrebbe raggiungere gli estremi calcolati, a meno che l'ampli non venga impiegato nel settore professionale (impianti per discoteche, teatri, amplificatori per strumenti musicali, P.A.).
In conclusione, abbiamo individuato l'aspetto decisamente negativo degli stadi di regolazione lineari, legato al bilancio energetico (leggi di dissipazione del calore, temperatura d'esercizio, dispositivi di potenza operanti a più alto rischio di rottura). Tutto ciò non consente nella pratica di superare certe potenze e limita l'utilizzo di alimentatori stabilizzati ad apparecchiature magari di rango ma dalle potenze limitate, decisamente più adatte ad un uso domestico.

Quali sono allora i possibili rimedi ad una alimentazione cosi sprecona d'energia ma che risolve tanti problemi legati ai disturbi di ogni genere?

Anche questa è una bella domanda.
Vediamo di fare una veloce e sintetica carrellata.
Una possibilità che risolve solo in parte come è facile comprendere le questioni affrontate è rappresentata dallo smisurato dimensionamento del bulk capacitor; è infatti tecnica diffusa e oggetto di vanto installare giganteschi condensatori elettrolitici i quali tuttavia possono anche ridurre drasticamente il ripple e fornire potenze istantanee ragguardevoli (tant'è che è lecito parlare di potenze continue e potenze dinamiche) ma che lasciano irrisolte tutte le considerazioni sull'iterazione rete elettrica-segnale musicale [1].
Questo perché non esiste un vero e proprio disaccoppiamento (a parte quello molto relativo del trasformatore). Inoltre rimane totalmente irrisolto il problema della regolazione della tensione continua (leggasi stabilizzazione).
Un altro metodo è quello di utilizzare un induttore in serie dimensionato in modo tale da immagazzinare tutta l'energia occorrente e di renderla poi agli stadi di amplificazione; in tal caso possiamo parlare di alimentazione induttiva (vedi chiosa n°6) ma, date le frequenze in gioco, il dimensionamento dell'induttore assume facilmente peso, ingombro e i costi molto alti.

L'utilizzo dell'induttore però ci porta dritti dritti ai confini della tecnica switching;abbiamo il coraggio di entrare in questa landa per lo più misteriosa e utilizzare il principio di conservazione dell'energia per perseguire i nostri nobili scopi di audiofili?

"Bah, secondo me si! Comunque vale la pena tentare. Dovremo studiare un pò, sperimentare con pazienza, condurre lunghe prove d'ascolto; e allora? Non siamo qui per questo? Non è forse la parte più bella e appassionante del nostro lavoro?"
Insomma cari amici, la tecnica switching promette molto in termini di efficienza ma, almeno finora, è stata aborrita dal popolo di appassionati audiofili e autocostruttori forse perché troppo complicata a livello circuitale, dai risultati non proprio favorevoli e con pochissimi esempi commerciali funzionanti. Se avrete la pazienza di seguirmi nelle prossime puntate cercheremo di affrontare il problema progettuale e, eventualmente, realizzativo. ❏

CODICE MIP 500121

Network-enable

Una serie di prodotti che consentono di collegare qualsiasi periferica dotata di linea seriale ad una LAN di tipo Ethernet. Firmware aggiornabile via Internet, software disponibile gratuitamente sia per Windows che per Linus.

DS1000 BASIC-programmable Industrial Controller

Il DS1000 è il primo dispositivo per uso industriale di casa Tibbo. A differenza dei tradizionali PLC questo controllore consente di creare applicazioni basate sul Web, comunicazioni TCP/UDP, email, data storage, ecc. Il DS1000 è una combinazione vincente di stile e sostanza. Dispone di 4 porte seriali, porta Ethernet, LED di segnalazione e buzzer, il tutto racchiuso in un contenitore robusto e impermeabile, che può essere fissato senza problemi ad una barra DIN. Basato su un modulo EM1000, può essere programmato in Tibbo Basic consentendo così a chiunque di poter utilizzare questo controllore industriale con estrema facilità.

[**DS1000** Euro **359,⁰⁰**]

Basato su modulo EM1000; CPU a 88MHz; porta Ethernet 100BaseT; memoria Flash da 512 kByte; real-time clock con backup; 4 porte seriali ad alta velocità; LED di stato; buzzer; range di alimentazione da 9 a 18V; montaggio DIN.

EM1202 BASIC-programmable Ethernet Module

Il modulo EM1202 fa parte della terza generazione dei moduli Tibbo ed è abbastanza potente per divenire il cuore di sistemi di sicurezza, di terminali, ecc. Il suo firmware (TiOS) è in grado di eseguire programmi scritti in Tibbo Basic che possono prevedere connessioni TCP e UDP, invio di email e configurazioni tramite Web-Browser. Il modulo EM1202 integra la maggior parte delle caratteristiche del suo predecessore EM1000 occupando però solamente 19 x 17mm sul PCB. L'utilizzo ottimale del modulo EM1202 avviene abbinandolo al connettore RJ1202 (combinazione disponibile solo su richiesta) col quale si ottiene un sistema Ethernet, completo di connettore RJ45, filtri magnetici e 4 LED per la segnalazione di stato. Nonostante le sue ridotte dimensioni, l'EM1202 dispone 4 porte seriali, 32 linee di I/O e una memoria da 512K.

[**EM1202** Euro **60,⁰⁰**]

Programmabile in Tibbo Basic; CPU a 88MHz; porta Ethernet 100BaseT; memoria Flash da 512 kByte; real-time clock; 32 linee I/O; 4 porte seriali ad alta velocità che possono comunicare in modalità UART, Wiegand e clock/data. Dimensioni: 17 x 19 x 14,6mm.

EM1202/RJ1202 BASIC-programmable Ethernet Module and Companion Connector

Disponibile solo su richiesta il modulo EM1202 abbinato al connettore RJ1202 (presa RJ45 completa di magneti per Ethernet 100BaseT e 4 LED di stato).

[**EM1202/RJ1202** Euro **70,⁰⁰**]

EM1202SK Starter Kit

Scheda di valutazione per i moduli EM1202 Tibbo. Il kit è composto da una demoboard (EM1202-EV) completa di modulo EM1202, un cavo con connettore seriale DB9 M/F, un cavo con connettore seriale DB9 F/F, un cavo UTP schermato con connettori RJ45 e un adattatore di rete da 12 Vdc / 0,5 A.

La documentazione tecnica completa, i manuali hardware e software nonché tutti i programmi relativi ai moduli Tibbo, possono essere scaricati gratuitamente dal sito del produttore: *www.tibbo.com*.

[**EM1202SK** Euro **151,⁰⁰**]

CODICE MIP 275037

EM120 Ethernet Module

Simile al modulo EM100 ma con dimensioni più contenute. L'hardware comprende una porta Ethernet 10BaseT, una porta seriale, alcune linee di I/O supplementari per impieghi generici ed un processore il cui firmware svolge le funzioni di "ponte" tra la porta Ethernet e la porta seriale. Il terminale Ethernet può essere connesso direttamente ad una presa RJ45 con filtri mentre, dal lato "seriale", è possibile una connessione diretta con microcontrollori, microprocessori, UART, ecc.

[**EM120** Euro **54,⁰⁰**]

EM100 Ethernet Module

Realizzato appositamente per collegare qualsiasi periferica munita di porta seriale ad una LAN tramite una connessione Ethernet. Dispone di un indirizzo IP proprio, facilmente impostabile tramite LAN o porta seriale. Questo dispositivo consente di realizzare apparecchiature "stand-alone" per numerose applicazioni in rete. Software e firmware disponibili gratuitamente su *www.tibbo.com*.

[**EM100** Euro **52,⁰⁰**]

DS100 Serial Device Server

- Convertitore completo 10BaseT/Seriale;
- Compatibile con il modulo EM100.

Server di Periferiche Seriali in grado di collegare un dispositivo munito di porta seriale RS232 standard ad una LAN Ethernet, permettendo quindi l'accesso a tutti i PC della rete locale o da Internet senza dover modificare il software esistente. Dispone di un indirizzo IP ed implementa i protocolli UDP, TCP, ARP e ICMP. Alimentazione a 12V con assorbimento massimo di 150mA. LED per la segnalazione di stato e la connessione alla rete Ethernet.

[**DS100** Euro **115,⁰⁰**]

[Disponibile anche nella versione con porta multistandard RS232/RS422/RS485, cod. **DS100B - Euro 134,00**].

EM200SK Tibbo Starter kit per EM200/EM120

Kit di valutazione e programmazione per moduli EM120 e EM200. La confezione comprende la demoboard (EM200-EV) completa di 1 modulo EM200, 1 cavo UTP schermato non incrociato con connettori RJ45, 1 cavo UTP schermato incrociato con connettori RJ45, 1 cavo con connettore seriale DB9 M/F, 1 cavo con connettore seriale DB9 F/F, e un adattatore di rete da 12 Vdc / 0,5 A.

[**EM200SK** • Euro **105,⁰⁰**]

EM200 Ethernet Module

Si differenzia dagli altri moduli Tibbo per la disponibilità di una porta Ethernet compatibile 100/10BaseT e per le ridotte dimensioni (32,1 x 18,5 x 7,3 mm). Il modulo è pin-to pin compatibile con il modello EM120 ed utilizza lo stesso software messo a punto per tutti gli altri moduli di conversione Ethernet/seriale.
L'hardware non comprende i filtri magnetici per la porta Ethernet. Dispone di due buffer da 4096 byte e supporta i protocolli UDP, TCP, ARP, ICMP (PING) e DHCP.

[**EM200** • Euro **58,⁰⁰**]

EM202 Ethernet Module

Modulo di conversione Seriale/Ethernet integrato in un connettore RJ45. Particolarmente compatto, dispone di quattro LED di segnalazione posti sul connettore. Uscita seriale TTL full-duplex e half-duplex con velocità di trasmissione sino a 115 Kbps. Compatibile con tutti gli altri moduli Tibbo e con i relativi software applicativi. Porta Ethernet compatibile 100/10BaseT.

[**EM202** • Euro **69,⁰⁰**]

EM202EV Ethernet Demoboard

[**EM202EV** • Euro **102,⁰⁰**]

Scheda di valutazione per i moduli EM202 Tibbo. Questo circuito consente un rapido apprendimento delle funzionalità del modulo di conversione Ethernet/seriale EM202 (la scheda viene fornita con un modulo). Il dispositivo può essere utilizzato come un Server Device stand-alone. L'Evaluation board implementa un pulsante di setup, una seriale RS232 con connettore DB9M, i LED di stato e uno stadio switching al quale può essere applicata la tensione di alimentazione (9-24VDC).

PIATTAFORMA EM1000

EM1000 - Ethernet Module con memoria Flash 512KB

Modulo Ethernet per la nuovissima piattaforma di casa Tibbo denominata EM1000 programmabile in Basic per lo sviluppo di applicazioni Embedded-industrial-networking. Il sistema operativo, i tools di sviluppo e il linguaggio Tibbo Basic sono disponibili gratuitamente sul sito *www.tibbo.com*. Il modulo è dotato di porta Ethernet 100BaseT e di memoria Flash da 512KB. Processore RISC 88MIPS; protocolli supportati UDP, TCP, ICMP (ping), DHCP, HTTP; fino a 16 connessioni simultanee UDP o TCP (HTTP); 4 porte seriali ad alta velocità; 49 linee I/O.

[**EM1000-512-01** Euro **59,⁰⁰**]

EM1000EV - Scheda di valutazione e programmazione

Scheda di valutazione e programmazione per moduli Ethernet Tibbo appartenenti alla famiglia EM1000. Il modulo EM1000-01 è incluso.

[**EM1000EV** Euro **214,⁰⁰**]

EM1000SK - Starter Kit

Kit di valutazione e programmazione che comprende la demoboard (EM1000EV) completa di modulo EM1000, 2 cavi UTP schermati non incrociati con connettori RJ45, 2 cavi con connettore seriale DB9 e un adattatore di rete da 12Vdc / 0,5A.

[**EM1000SK** • Euro **255,⁰⁰**]

ACCESSORI

- **DMK100** - Supporto DIN per convertitori Tibbo DS100/DS202R € 6,70
- **TB100** - Adattatore da connettore DB9 a morsettiera per moduli Tibbo € 12,50
- **APR1015** - Alimentatore 12Vdc / 500mA per moduli Tibbo (DS100, DS100B, EM120, EM200-EV, EM100-EV) € 7,80
- **APR-P0006** - Alimentatore 12Vdc / 500mA per moduli Tibbo (EM202-EV-RS, EM202EV-TM, DS202R) € 7,80

DS202R Tibbo

Dispositivo Serial Device Server, caratterizzato da dimensioni estremamente compatte, perfettamente compatibile con il modello DS100. Dispone di porta Ethernet 10/100BaseT, di buffer 12K*2 e di un più ampio range di alimentazione che va da 10 a 25VDC. Inoltre viene fornito con i driver per il corretto funzionamento in ambiente Windows e alcuni software di gestione e di programmazione. È anche disponibile il kit completo comprendente oltre al Serial Device Server DS202R, l'adattatore da rete (12VDC/500mA) e 4 cavi che permettono di collegare il DS202R alla rete o ai dispositivi con interfaccia seriale o Ethernet [**DS202-KIT - Euro 144,00**].

[**DS202R** • Euro **134,⁰⁰**]

Tutti i prezzi si intendono IVA inclusa.

di FABIO GARIBBO

COSTRUIRE UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO *(parte seconda)*

l'orientamento SOLARE

In questo breve articolo ci occuperemo di come orientare un pannello fotovoltaico usando le formule che stanno alla base di questa operazione. Dopo aver calcolato l'angolazione che il raggio solare ha in un preciso punto sulla terra, faremo delle deduzioni su come orientare correttamente un pannello solare

La terra riceve la radiazione luminosa del Sole con angolazioni che sono diverse nelle varie ore del giorno e nelle varie zone. Scopo di un progettista è ottenere la massima resa dell'impianto in termini di conversione di energia elettrica. Per questo esistono delle relazioni matematiche che regolano il percorso del sole, modo tale da poter ottenere in ogni zona della Terra l'inclinazione del suo raggio. In questa sezione non sarebbe interessante e risulterebbe noioso ricavare e dimostrare le relazioni che seguiranno, semplicemente ci si limita a riportarle e a discuterne l'utilità.

In primo luogo chiariamo che un impianto fotovoltaico ha si bisogno della luce solare e quindi di condizioni climatiche che favoriscono l'irraggiamento, ma anche in zone in cui questo non fosse particolarmente favorevole non significa che non

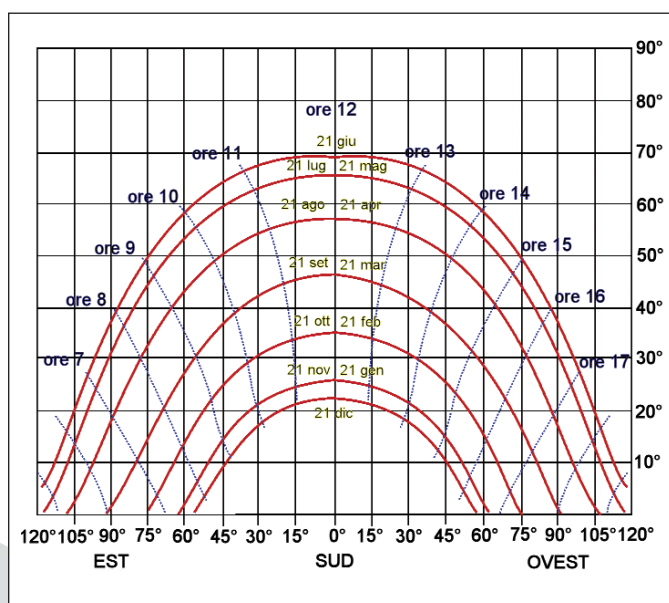



Figura 1: diagramma di irraggiamento della regione Toscana.

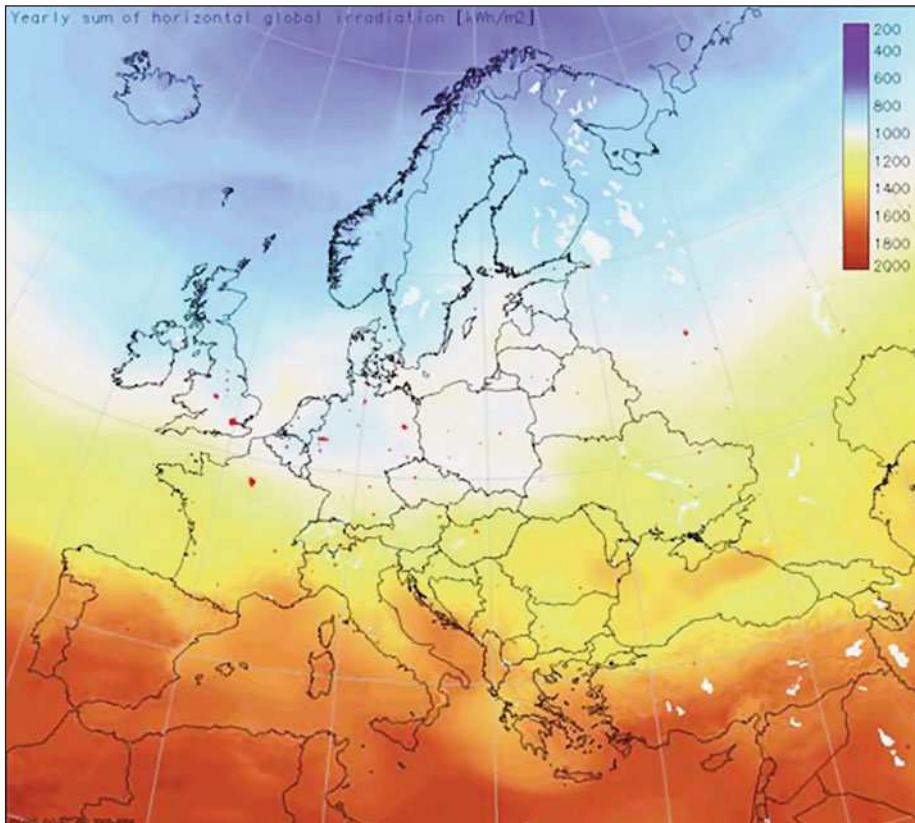



Figura 2: radiazione media annuale.

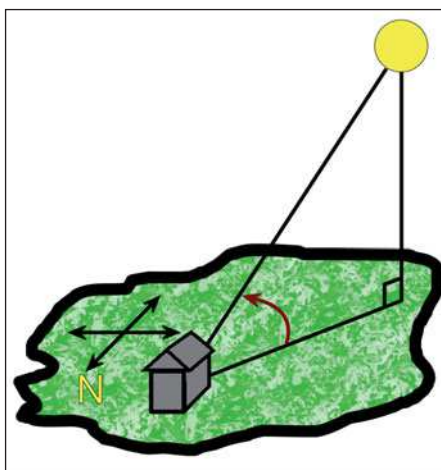



Figura 3: angolazione Terra - Sole.

possa essere installato un impianto a patto di accettare alcune limitazioni sulle prestazioni. Di solito si consiglia di orientare le superfici captanti (i pannelli), verso Sud nell'emisfero boreale e a Nord in quello australe. In quest'ottica si deve in primo luogo cercare il Sud e il suo orientamento. Il Sud, per l'emisfero boreale, rappresenta un buon compromesso fra le diverse radiazioni nelle varie stagioni dell'anno. Questo quando le superfici captanti vengono installate con un angolo di orientamento spaziale fisso. Una soluzione a questo tipo di impianto è costituita dalle superfici orientanti che inseguono la traiettoria del Sole. Come si può capire questo tipo di impianto ha un costo che supera di molto quello a superfici captanti fisse.

In alcuni casi si apportano delle correzioni ai calcoli per dare maggiore rilievo a determinate condizioni di orientamento, per esempio all'irraggiamento invernale piuttosto che quello estivo quando per esempio un abitazione sfrutta l'energia elettrica per il riscaldamento. Di seguito si sono riportate due mappe, già compilate, in cui si riporta in una **(figura 1)** il diagramma di irraggiamento della regione Toscana, *(fonte www.energiazero.it)*, in cui si mostra che tipo di angolazione ha il raggio solare rispetto al punto irraggiato; e una **(figura 2)** che mostra la radiazione media annuale sulla crosta terrestre. Attraverso una mappa come quella riportata in **figura 1** si può conoscere l'angolo di in-

AZIMUTH

L'azimut (o azimuth) è la distanza angolare di un punto dalla direzione del Nord rete, al punto in cui la perpendicolare calata di un punto (stella) incontra l' orizzonte, calcolata muovendosi in senso orario. È un termine usato prevalentemente in astronomia e in aeronautica e deriva dall'arabo as-samt (la direzione) o dal suo plurale as-sumut (le direzioni). L' azimut può anche essere la distanza angolare di un punto dalla direzione del Nord; in questo caso però si sta parlando di coordinate polari, non più astronomiche. In termini tecnici, l'azimut è l'angolo diedro orientato, avente come spigolo la verticale del luogo misurato e per facce il piano meridiano locale e il piano verticale passante per un corpo celeste o per un punto qualsiasi. In pratica se si unisce con una linea l'osservatore al Nord, con un'altra linea l'osservatore all'oggetto osservato e si fa scorrere una semiretta centrata sull'osservatore in senso orario sul cerchio dell'orizzonte, l'angolo che quella semiretta deve percorrere per passare dalla direzione Nord alla direzione dell'oggetto rappresenta l'azimut dell'oggetto stesso. Convenzionalmente, il Nord ha azimut pari a 0 gradi, l'Est azimut pari a 90 gradi, il Sud a 180 gradi e l'Ovest a 270 gradi. L'azimut copre pertanto la gamma di angoli da 0° incluso a 360° esclusi. Si noti che l'angolo piano misurato direttamente congiungendo, p.es., la Stella Polare, l'oggetto osservato e l'osservatore come vertice è normalmente inferiore all'azimut.

[fonte: Wikipedia]

Figura 5: dispositivo di orientamento automatico.

PER *approfondire...*

www.energiazero.it
http://it.wikipedia.org
www.csvaltellina.it/gira.html
www.susdesign.com/popups/sunangle/altitude.php

cidenza del raggio solare rispetto ad un punto di coordinate precise e quindi cercare di orientare le superfici captanti in maniera opportuna. La seconda mappa invece mostra quali potrebbero essere le zone della crosta terrestre più idonee ad installazioni di superfici captanti. Ma cerchiamo di capire meglio come si ricava una mappa come quella di **figura 1**.
Facendo riferimento alla **figura 3** e alla **figura 4** si è chiamato:

- angolo di Azimut=la distanza angolare di un punto dalla direzione del Sud, (la definizione corretta sarebbe riferita al polo Nord);
- angolo Terra-Sole=l'angolo che l'orizzonte fa con il Sole.

L'angolo di Azimuth, rimane costante se l'oggetto rimane fermo, ma il Sole è in movimento!! L'angolo relativo all'altezza del Sole dall'orizzonte, che chiameremo angolo Terra-Sole, varia durante la giornata, quindi la mappa deve riportare le varie angolazioni solari, rispetto al punto di riferimento sulla Terra, in funzione delle ore giornaliere, del giorno e del mese.

Figura 6: confronto fra orientamento classico e automatico.

PANNELLO SOLARE CON ORIENTAMENTO AUTOMATICO
efficienza del pannello
100%
80%
60%
40%
20%
0%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
Ore lavorative

PANNELLO SOLARE CON ORIENTAMENTO CLASSICO
efficienza del pannello
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
Ore lavorative

TinyOne
Photos by Bauer

...curiosità

ENERGIA IRRADIATA ED ENERGIA UTILE

All'interno del sole avvengono incessantemente reazioni termonucleari di fusione, che sprigionano enormi quantità di energia sotto forma di radiazioni elettromagnetiche. L'energia irradiata si propaga nello spazio, e dopo aver attraversato l'atmosfera arriva al suolo con una intensità mediamente pari, in funzione dell'inclinazione del sole sull'orizzontale, a circa 1.000 W/m^2 (irraggiamento al suolo, in condizioni di giornata serena e sole a mezzogiorno). Questo enorme flusso di energia che arriva sulla Terra è pari a circa 15.000 volte l'attuale consumo energetico mondiale, di cui solo una parte può essere trasformata in energia utile. La quantità di energia solare che arriva sulla superficie terrestre e che può essere utilmente "raccolta" da un dispositivo fotovoltaico o termico dipende dall'irraggiamento del luogo. L'irraggiamento è, infatti, la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, tipicamente un giorno (kWh/m^2 al giorno); il valore istantaneo della radiazione solare incidente sull'unità di superficie viene invece denominato radianza (kW/m^2). L'irraggiamento è influenzato dalle condizioni climatiche locali (nuvolosità, foschia ecc...) e dipende dalla latitudine del luogo: cresce quanto più ci si avvicina all'equatore.

Nella **figura 1** sono tracciate le curve nei diversi giorni dell'anno sopra indicati. Gli orari hanno un riferimento azzurro (linea azzurra tratteggiata) e indicano, con l'intersezione della curva giornaliera (linea nera continua), un punto che avrà due coordinate:

- quella dell'asse X che indicherà l'angolo di Azimuth, cioè lo scostamento del Sole rispetto al polo Sud;

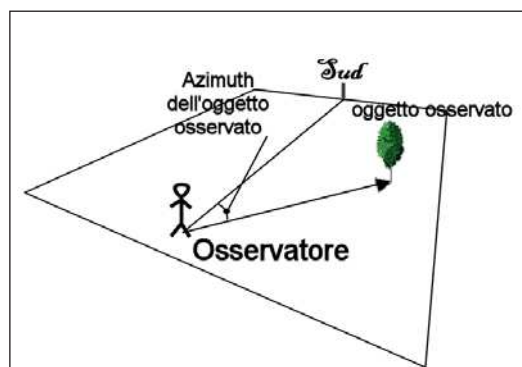



Figura 4: azimut di un oggetto FISSO!

- quella dell'asse Y che indicherà l'angolo rispetto all'orizzonte.

Questa cartina è quindi utile nel caso si vogliano posizionare superfici captanti come i pannelli solari nella zona mappata o nelle immediate vicinanze, più ci si discosta dal punto mappato e meno è affidabile la cartina. Si ricorda che il massimo irraggiamento della superficie si ha quando il raggio incidente (vedi numero scorso) colpisce la superficie con un angolo di 90°. Le due coordinate rilevate sono funzione del tempo, cioè il Sole si sposta rispetto all'orizzonte e al polo Sud durante la giornata, quindi il pannello sarà rivolto esattamente a 90°(angolazione ideale per ottenere il massimo irraggiamento da una fonte luminosa), rispetto al raggio solare, per un breve periodo del giorno.

Sorgono allora alcune domande:

1- Ma allora il pannello "funziona", cioè da energia elettrica o termica, per così poco tempo?

- Anche se l' angolo del raggio incidente non è 90° il pannello è comunque colpito da radiazione luminosa, che viene convertita in energia elettrica o termica in quantità minore rispetto all'angolo massimo ideale (90°). Il pannello, insomma, svolge comunque la sua funzione di convertitore.

2- Come posso fare per avere un rendimento maggiore?

- Esistono dei sistemi composti da attuatori elettrici e da sensori che movimentano le superfici captanti in modo da orientarli sempre a 90° con i raggi solari. Una sorta di... girasoli tecnologici!

In **figura 5** si riporta un dispositivo della CSV Valtellina atto a far ruotare pannelli fotovoltaici per l'inseguimento del raggio solare.

In **figura 6** è mostrato il grafo di confronto del rendimento fra pannelli movimentati da dispositivi di orientamento e pannelli fissati in modo classico, cioè fissi rispetto al movimento del raggio solare.

Per compilare una mappa di irraggiamento è sufficiente disporre di un sestante, per misurare l'angolo Terra-Sole e di una bussola per determinare il polo Sud e quindi determinare l'angolo di Azimuth, così come lo abbiamo definito in questo documento. Si consiglia di compilare la mappa per alcune delle ore del giorno e per alcuni giorni significativi dell'anno, altrimenti la compilazione delle mappe avrebbe durata quasi insopportabile!! In ogni caso queste mappe, già compilate, sono a disposizione sulla rete internet.

CONCLUSIONI

Nel prossimo numero inizieremo a comprendere come è strutturato un impianto fotovoltaico partendo da un semplice schema a blocchi fino ad arrivare ad analizzare i singoli dispositivi. ❑

CODICE MIP 500117

CONNETTORI schermati

Samtec presenta una nuova gamma di connessioni per alta velocità di segnale, si tratta di dispositivi dedicati e schermati, studiati per limitare o eliminare le radiazioni elettromagnetiche emesse da connettori e cablaggi di apparati elettrici ed elettronici. Queste radiazioni sono spesso la causa di malfunzionamenti anche in quelle applicazioni a volte vitali come i sistemi medicali, i pacemaker o i sistemi di controllo a bordo di aerei o treni. Samtec ha effettuato alcune prove specifiche allo scopo di definire e valutare queste perdite: partendo, per esempio, da un cavo coassiale lungo un metro intestato con connettori e praticando un foro nel rivestimento, ha misurato le perdite in funzione della frequenza del segnale. In questo modo sono stati testati vari cavi e connettori A conclusione dei test, Samtec ha registrato che la progettazione accurata di cablaggi e connettori limita in modo significativo le emissioni e la possibilità di diffusione di disturbi EMI negli apparati.

CODICE MIP 900487

STripFET da competizione

La STMicroelectronics ha annunciato due nuovi MOSFET di potenza studiati per le applicazioni di conversione DC-DC con requisiti particolarmente avanzati. I due dispositivi utilizzano la più recente versione della tecnologia STripFET™, proprietaria della ST, che garantisce perdite di commutazione e conduzione molto basse, riducendo anche di 3W il consumo di un tipico modulo di regolazione della tensione, e permette di ottenere la più bassa figura di merito (FOM= Rds(on) x Qg (carica di gate)) tra tutti i dispositivi concorrenti paragonabili. Oltre all'efficienza elevata, i nuovi MOSFET permettono di realizzare circuiti che funzionano a frequenze di commutazione superiore al normale, con la possibilità quindi di ridurre le dimensioni dei componenti passivi del circuito. Un aumento della frequenza di commutazione del 10%, ad esempio, può permettere di ridurre del 10% i componenti passivi necessari per il filtro di uscita.

CODICE MIP 900494

di ANDREA TOBALDO
e ENRICO TOBALDO

MATRICE AUDIO/VIDEO *(parte seconda)*

LA SCHEDA *audio*

Continua l'analisi della matrice audio/video con la descrizione della scheda audio, della scheda CPU e del pannello sinottico

Nel precedente articolo è stato analizzato lo schema a blocchi dell'intero sistema e la scheda video: passiamo ora ad analizzare la scheda audio, la scheda CPU ed il pannello sinottico.

Scheda audio

I segnali audio in ingresso vengono applicati all'ingresso non invertente degli operazionali U1a, U1b, U2a, U2b, U3a, U3b, U4a e U4b: tali operazionali sono in configurazione di amplificatori non invertenti a guadagno unitario utilizzati come buffer di ingresso: si ottengono così ingressi ad alta impedenza.
I segnali audio in uscita dagli operazionali vengono applicati agli integrati U5 U6 U7 (ADG408). Tali integrati sono dei multiplexer analogici ad otto ingressi ed un'uscita. Nel nostro circuito vengono utilizzati 3 ADG408: uno per ciascuna uscita. Tali multiplexer vengono pilotati tramite i pin A0 A1 e A2 dalla scheda CPU.
I segnali audio in uscita dai multiplexer vengono applicati agli ingressi non invertenti degli operazionali U8a U8b U9a (LM1458), posti in configurazione di amplificatori non invertenti a guadagno unitario in modo da avere uscita a bassa impedenza.
Nel sistema sono presenti due schede audio: una per il canale destro e una per il canale sinistro.
I segnali di comando dei multiplexer, provenienti dalla scheda CPU, giungono alla scheda audio mediante il pin strip P1 attraversando la scheda video. Il pin strip P2 permette di inviare i segnali di comando dei multiplexer all'altra scheda video.

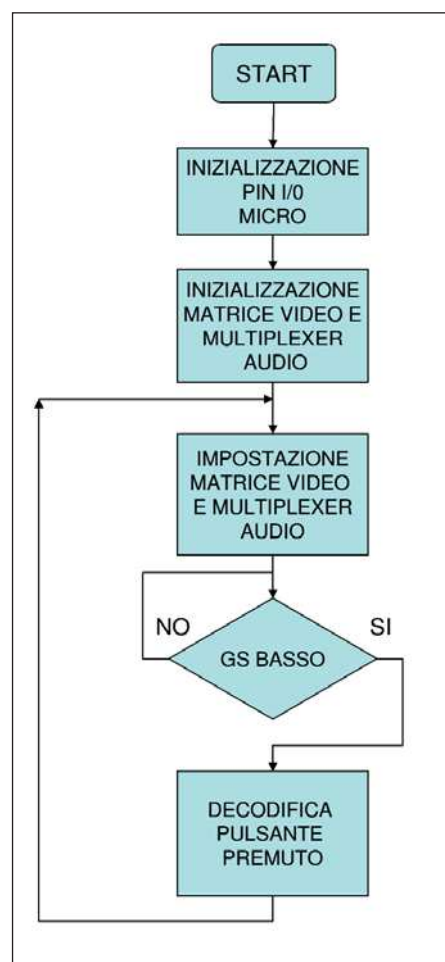



Figura 2: flow chart firmware pic.

Scheda CPU

Cuore della scheda CPU è l'integrato U1: un PIC16F877. Tale microcontrollore legge lo stato dei pulsanti, pilota i led, pilota i multiplexer delle schede audio e la matrice della scheda video.
La porta B del Pic (pin 33 - pin 40) pilota la matrice della scheda video.

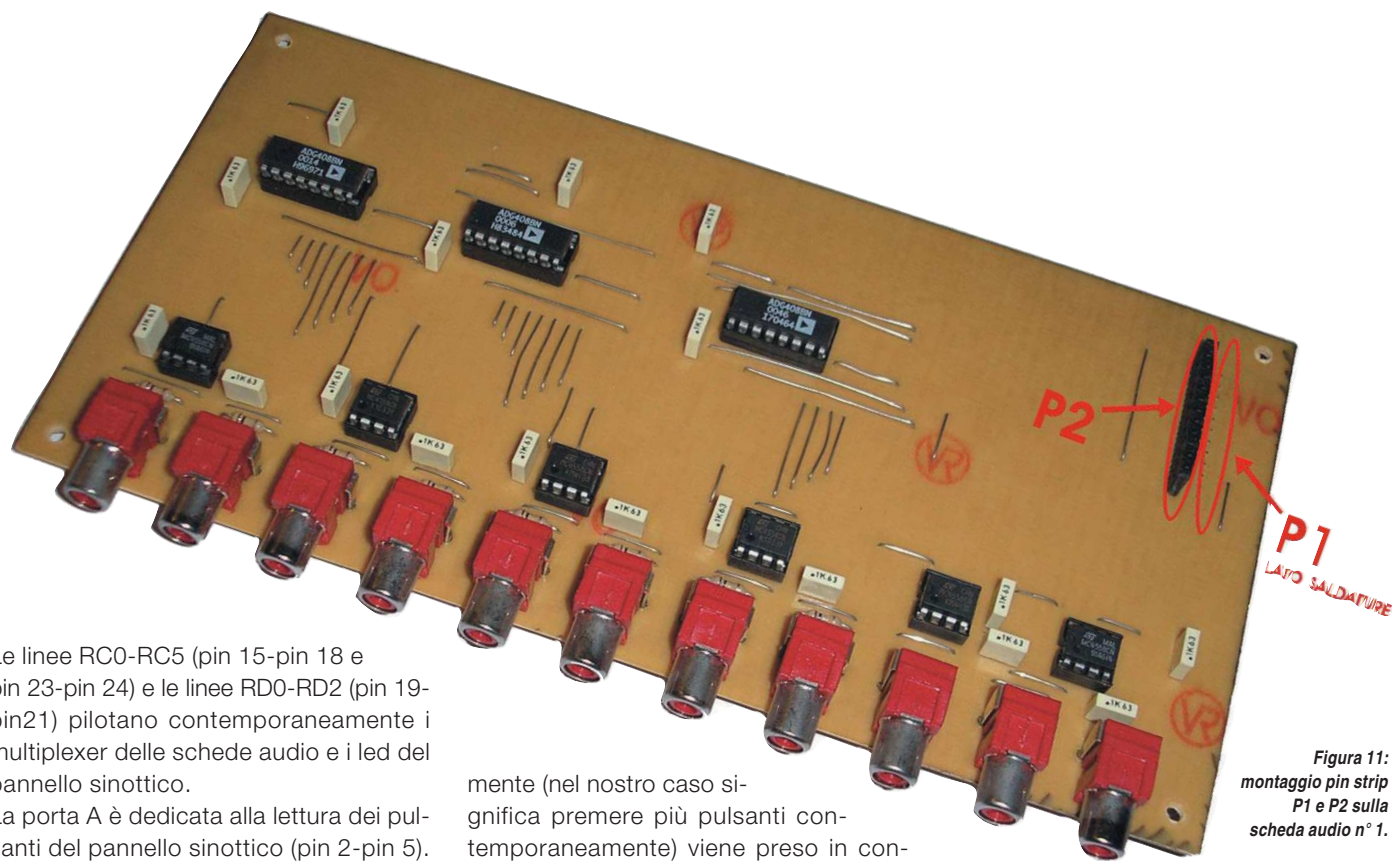
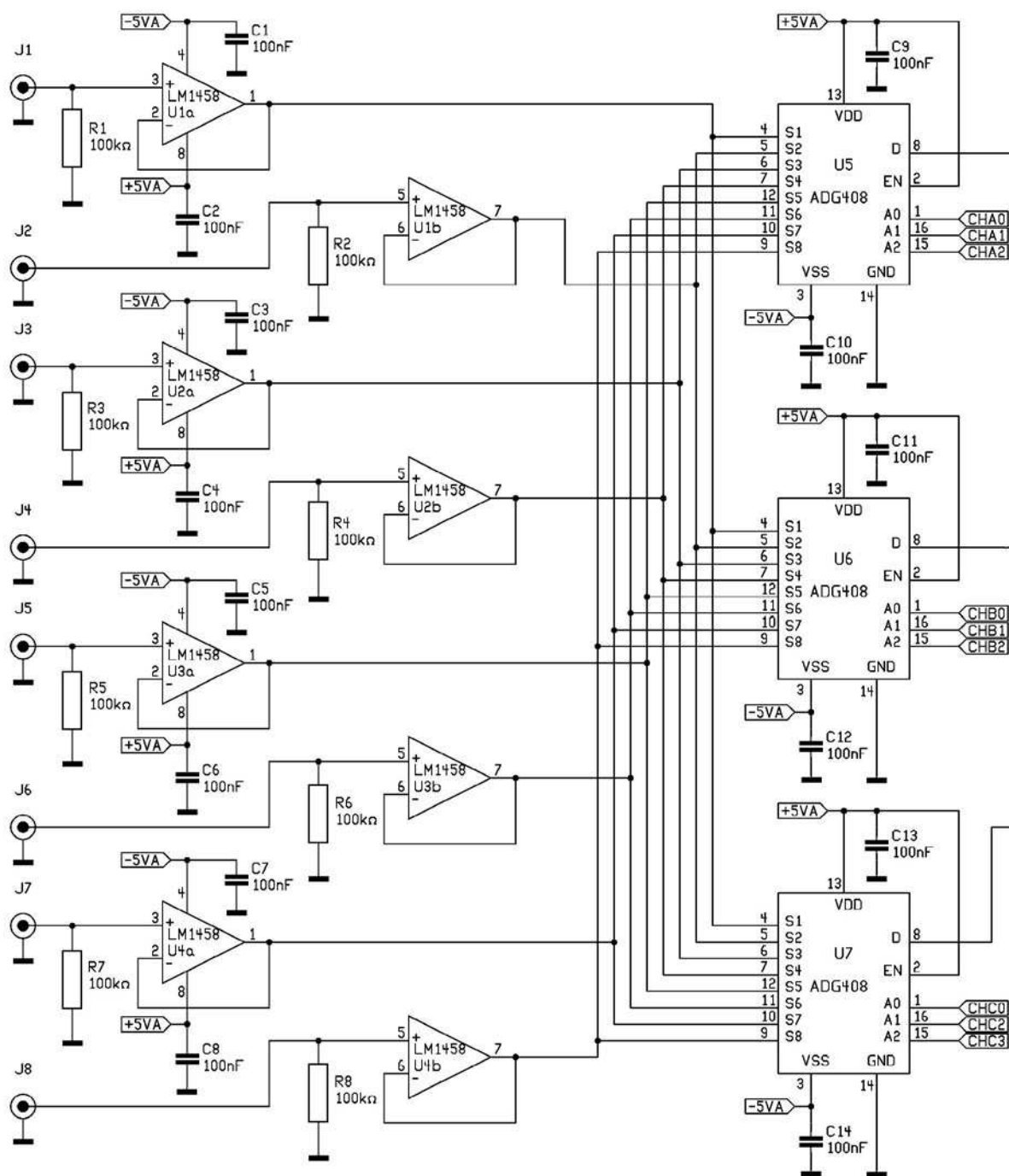



Figura 11: montaggio pin strip P1 e P2 sulla scheda audio n° 1.

Le linee RC0-RC5 (pin 15-pin 18 e pin 23-pin 24) e le linee RD0-RD2 (pin 19-pin21) pilotano contemporaneamente i multiplexer delle schede audio e i led del pannello sinottico.
La porta A è dedicata alla lettura dei pulsanti del pannello sinottico (pin 2-pin 5). La lettura dello stato dei pulsanti è affidata ad un integrato 74HC148 (U2): un encoder 8-3 linee con priorità. I sei pulsanti presenti nel pannello sinottico sono collegati alle linee di ingresso di U2: in 2-in 7 (pin 12-13-4-5-6-7).
Quando uno qualsiasi dei sei pulsanti viene premuto il relativo ingresso di U2, normalmente tenuto a +5V tramite una resistenza di pull-up, viene portato a massa: sulle uscite di U2, A0, A1 e A2 (pin 6-7-9) si presenta il relativo codice e l'uscita GS (pin 14), normalmente a livello logico alto, viene portata a livello logico basso. Ricordiamo che il 74HC148 è un encoder a priorità: questo significa che se vengono attivati più ingressi contemporaneamente (nel nostro caso significa premere più pulsanti contemporaneamente) viene preso in considerazione solo l'ingresso che ha priorità maggiore e gli altri ingressi attivi vengono ignorati. L'ingresso 7 è quello con priorità maggiore, l'ingresso 0 quello con priorità minore.
La **tabella 2** indica la corrispondenza tra l'ingresso attivo di U2 e il relativo codice di uscita.
In **figura 2** è rappresentato il flow chart del programma contenuto all'interno del PIC. Inizialmente il Pic inizializza i propri pin di ingresso e di uscita, accende i buffer contenuti all'interno della matrice video e attiva per tutte e tre le uscite l'ingresso n°1. Il programma poi attende che venga premuto un pulsante (la linea GS va a livello logico 0): quando viene rilevato che la linea GS va a livello logico 0 vengono letti gli ingressi TST0, TST1 e TST2 per decodificare quale pulsante è stato premuto e di conseguenza viene modificato.
La frequenza di funzionamento del PIC (8 Mhz) è determinata dal quarzo X1.
La rete RC composta dalla resistenza R1 e dal condensatore C2 ha lo scopo di resettare il PIC quando viene fornita alimentazione al sistema: appena viene fornita tensione il condensatore C2, essendo scarico, si comporta come un cortocircuito portando l'ingresso di reset del PIC (pin1 attivo basso) a massa reset-

segue a pagina 47

TABELLA 2

INGRESSI 0	1	2	3	4	5	6	7	USCITE A2	A1	A0	GS
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	H
X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	1	0
X	X	X	X	X	0	1	1	0	1	0	0
X	X	X	X	0	1	1	1	X	X	X	X
X	X	X	0	1	1	1	1	X	X	X	0
X	X	0	1	1	1	1	1	X	X	0	1
X	0	1	1	1	1	1	1	X	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1

LISTA COMPONENTI

R1 - R8	Resistore 100 kΩ1/4 W	U5 - U6 - U7	ADG408
C1 - C18	Condensatore 100 nF ceramico passo 5,08	J1 - J11	Connettore RCA femmina circuito stampato 90° giallo
		P1	Pin strip 12 poli maschio
U1 - U2 - U3 - U4 - U8 - U9	LM1458	P2	Pin strip 12 poli femmina

Figura 1: schema elettrico scheda audio.

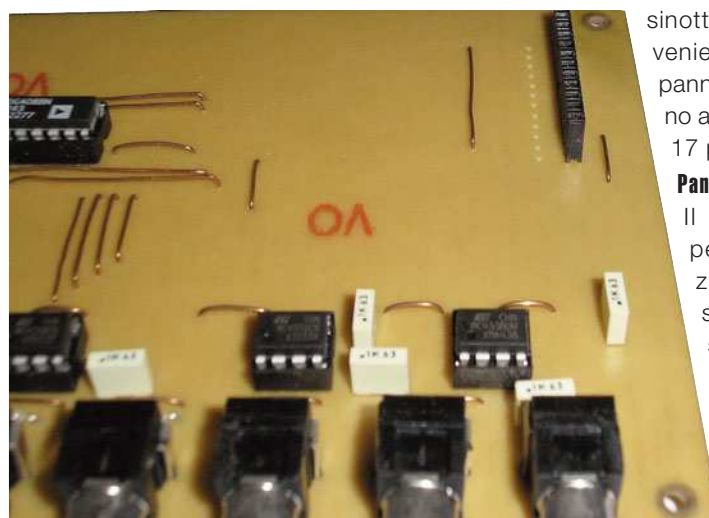
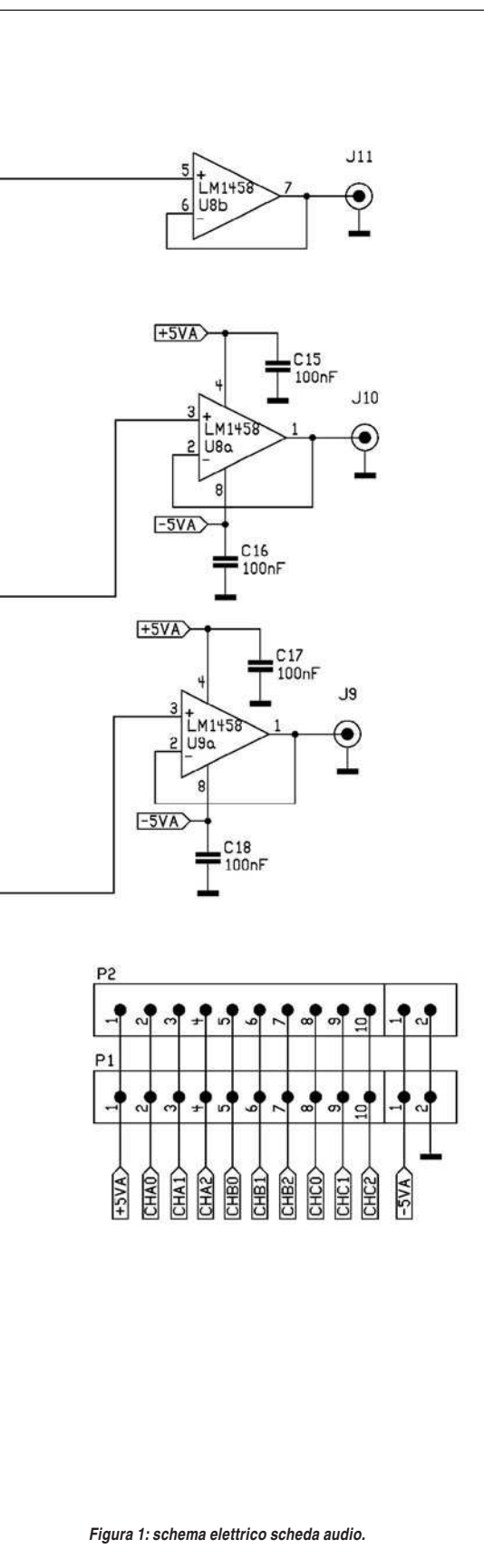



Figura 12:montaggio pin strip P1 sulla scheda audio n° 2.

tando così il microcontrollore; attraverso la resistenza R1 il condensatore C2 si carica portando l'ingresso di reset a +5V permettendo al PIC di cominciare l'esecuzione del programma contenuto al suo interno.

L'induttanza VK200 (L1) permette di separare i +5V che alimentano tutta la parte digitale del sistema dai +5V che alimentano la parte analogica in modo che la frequenza di 8 Mhz del Pic non possa andare a disturbare i segnali audio e video.

I segnali di comando destinati alla scheda video e alle schede audio vengono inviati tramite il connettore a 20 pin P1; tramite tale connettore vengono prelevati i 5V necessari per l'alimentazione della scheda.

I segnali di comando destinati a pilotare i led del pannello sinottico e i segnali provenienti dai pulsanti del pannello sinottico passano attraverso il pin strip a 17 pin (P2).

Pannello sinottico

Il pannello sinottico permette di visualizzare, tramite led, lo stato degli ingressi selezionati e permette di impostare tramite pulsanti gli ingressi da abbinare alle tre uscite.

Gli integrati U1, U2 e U3 (74HCT138) sono dei decodificatori da 3 a 8 linee: in base ai livelli logici presenti sui pin di ingresso A, B e C attivano, portando a livello logico basso, una delle 8 linee di uscita (Y0-Y7). L'uscita attiva, essendo a livello logico 0, accende il relativo led. Le resistenze R1-R24 da 330 ohm limitano la corrente che scorre attraverso i led a 10 mA. Le linee PB1 - PB6, normalmente tenute a livello logico alto dalle resistenze di pull-up da 10 kohm R25-R30, vengono portate a livello logico basso quando uno dei pulsanti PB1-PB6 vengono premuti.

I segnali di accensione dei led e i segnali in uscita dai pulsanti vengono trasferiti alla scheda CPU mediante il pin strip P1 (17 pin maschio).

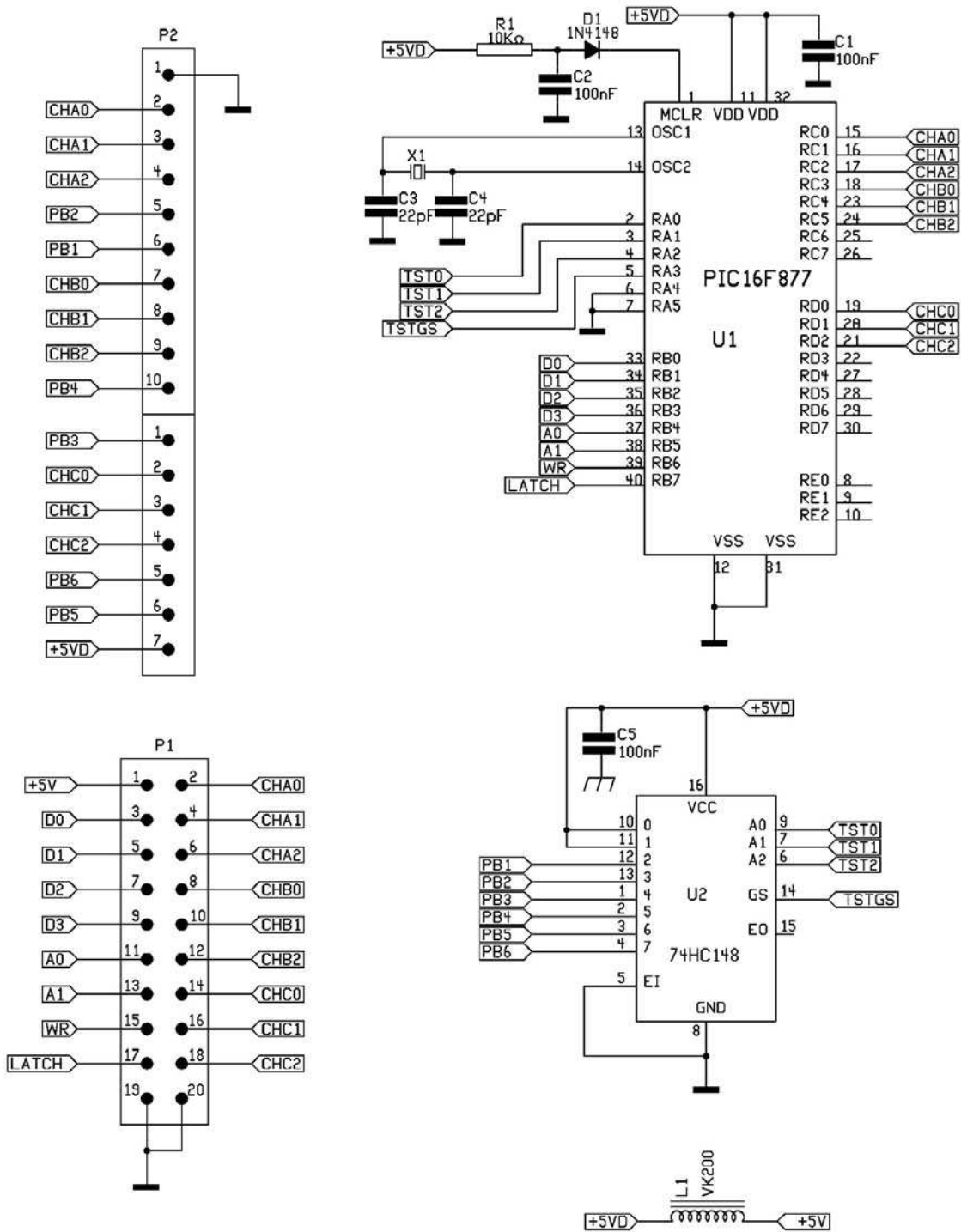
REALIZZAZIONE PRATICA

Per la realizzazione del circuito stampato si consiglia di utilizzare il metodo della fotoincisione. I circuiti stampati sono stati appositamente progettati a singola faccia in modo da semplificare le realizzazione degli stampati stessi.

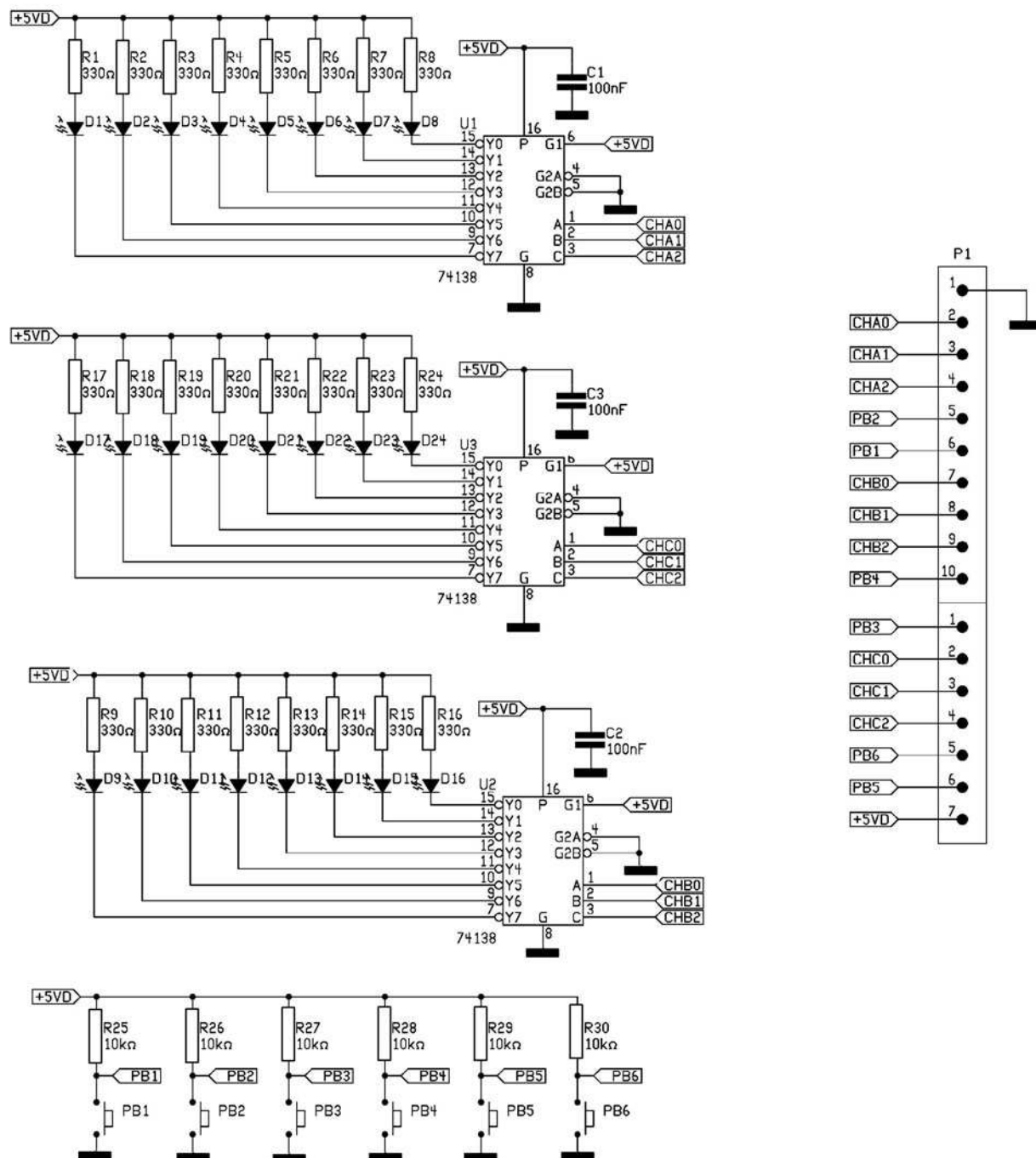
Nelle **figure 5**, **6** e **7** sono riportati, rispettivamente, i disegni dei circuiti stampati della scheda audio, della scheda CPU e del pannello sinottico.

segue a pagina 50

Figura 13: particolare montaggio pin strip P1.

Figura 3: schema elettrico scheda CPU.

LISTA COMPONENTI

R1	Resistore 10 kΩ 1/4 W	U1	PIC16F877
C1 - C2 - C5	Condensatore 100 nF ceramico passo 5,08	U2	74HC148
C3 - C4	Condensatore 22 pF a disco	L1	Induttanza VK200
D1	Diodo 1N4148	P1	Connettore IDC 20 poli
X1	Quarzo 8 Mhz	P2	Pin strip 17 poli femmina

Figura 4: schema elettrico pannello sinottico.

LISTA COMPONENTI

R1 - R24	**330 Ω 1/4 W**	**U1 - U2 - U3**	**74HCT138**
R25 - R30	**10 kΩ 1/4 W**		
C1 - C3	**100 nF ceramico passo 5,08**	**PB1 - PB6**	**Pulsante circuito stampato**
D1 - D24	**Diodo led rosso diam. 5 mm**	**P1**	**Pin strip 17 poli maschio**

L'integrato ADG408

TABELLA 1: CORRISPONDENZA PIN A0 A1 A2 USCITA SELEZIONATA.

INGRESSO SELEZIONATO	A2	A1	A0	EN
nessuno	X	X	X	0
0	0	0	0	1
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1

L'integrato ADG408 è un multiplexer 8 ingressi x 1 uscita; l'integrato al suo interno contiene 8 interruttori analogici che permettono di collegare uno degli otto ingressi (S1 – S8) all'uscita D. Le selezione dell'ingresso avviene tramite gli ingressi digitali A0 A1 A2. Nella tabella 1 è indicata la corrispondenza tra ingresso selezionato e configurazione dei relativi pin. L'integrato dispone di un ingresso di Enable (EN): se posto a massa tutti e otto gli interruttori sono posti in stato di OFF indipendentemente dallo stato degli ingressi A0 A1 A2; se posto a Vdd viene attivato l'ingresso selezionato dai pin A0 A1 A2. Informazioni più approfondite si possono reperire nel Data Sheet del costruttore.

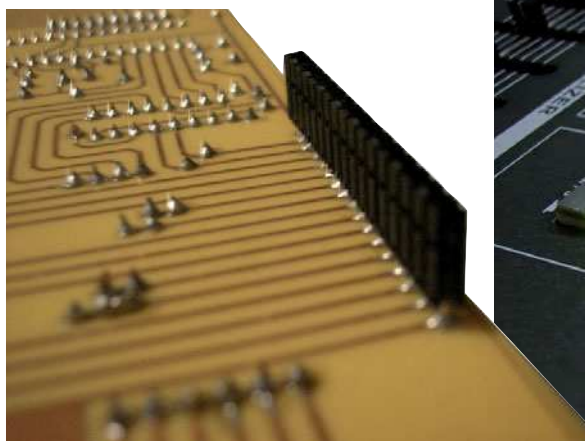



Figura 14: Particolare montaggio pin strip P2 scheda CPU.

Le **figure 8**, **9** e **10** illustrano i piani di montaggio della scheda audio, della scheda CPU e del pannello sinottico. Il montaggio dei componenti non presenta alcuna difficoltà; si consiglia,come al solito, di procedere rispettando il seguente ordine: ponticelli, resistenze, zoccoli circuiti integrati, condensatori, induttanza, morsettiere, connettori RCA, connettore IDC, pin strip, circuiti integrati. Si ricorda di prestare attenzione al verso di montaggio dei circuiti integrati e del connettore IDC. Si ricorda che vanno montate due scheda audio: una per il canale destro e una per il canale sinistro. Le due schede audio presentano una differenza leggera di montaggio: sulla scheda audio n°1 (posta tra scheda video e scheda audio n°2) va montato il pin strip P2 femmina sul lato componenti e il pin strip P1 maschio sul lato saldature **(vedi figura 11)** mentre sulla scheda audio n°2 va montato solamente il pin strip P1, in questo caso femmina, sul lato componenti **(vedi figura 12)**.

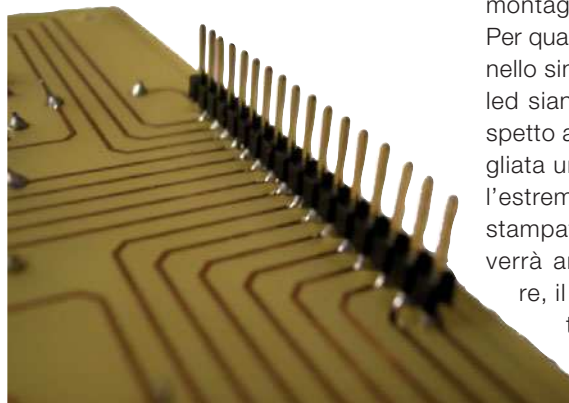



Figura 15: Particolare montaggio pin strip P1 pannello sinottico.

La **figura 13** illustra il montaggio del pin strip P1 (lato saldature) sulla scheda audio n°1. Sulla scheda CPU e sul pannello sinottico i pin strip a 17 pin (P2 femmina per la scheda CPU e P1 maschio per il pannello sinottico) vanno montati sul lato saldature. Le **figure 14** e **15** illustrano il montaggio di tali particolari.
Per quanto riguarda il montaggio del pannello sinottico è importante che tutti i 24 led siano montati alla stessa altezza rispetto al circuito stampato. Viene consigliata un'altezza di 10 mm (misurata tra l'estremità del led ed il piano del circuito stampato). Nel terzo ed ultimo articolo verrà analizzata la scheda alimentatore, il mobile e l'assemblaggio dell'intero sistema. ❑

CODICE MIP 500118

Telecamere complete di ottica e illuminatore IR

SICURI ANCHE AL BUIO.

€ 399,00

CCD 1/4" Sony Super HAD a colori day/night professionale

- Elemento sensibile Sony Super HAD CCD 1/4";
- Numero di pixel 752 (H) x 582 (V) (PAL) - 768 (H) x 494 (V) (NTSC);
- Risoluzione 480 linee TV;
- Ottica f=3,8(W)÷38(T) / F1.8(w)÷F2.8(T);
- Angolo di ripresa 51,2° (Wide End), 5,58° (Tele End);
- Alimentazione 12 Vdc o 24Vdc;
- Consumo 950 mA max;
- Dimensioni 79 × 77 × 172 mm;
- Portata IR 40 m all'interno e 30 m all'esterno.
- IP65.

Possibilità di controllo da remoto dello zoom e del menu tramite telecomando via filo (cod. **FR358CONTR**) disponibile separatamente al prezzo di **€ 28,00**.

CCD 1/4" a colori day/night

€ 85,00

- Elemento sensibile CCD 1/4" (PAL);
- Numero di pixel 512 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 380 linee TV;
- Ottica f=3,6 mm / F2.0;
- Angolo di ripresa 70°;
- Alimentazione 12 Vdc;
- Consumo 100 mA (IR OFF), 350 mA (IR ON);
- Dimensioni 100 × 65 × 63,8 mm;
- 24 LED IR con attivazione automatica (portata: ~10-15 m).

CCD 1/3" Sony a colori

€ 96,00

- Elemento sensibile Sony CCD 1/3" (PAL);
- Numero di pixel 500 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 480 linee TV;
- Ottica f=6,0 mm / F2.0;
- Angolo di ripresa 55°;
- Alimentazione 12 Vdc;
- Consumo 100 mA (IR OFF), 190 mA (IR ON);
- Dimensioni Ø 60 × 160 mm;
- 30 LED IR con attivazione automatica.

CCD 1/4" Sharp a colori

€ 72,00

- Elemento sensibile Sharp CCD 1/4" (PAL);
- Numero di pixel 512 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 480 linee TV;
- Ottica f=6,0 mm / F2.0;
- Angolo di ripresa 55°;
- Alimentazione 12 Vdc;
- Consumo 100 mA (IR OFF), 170 mA (IR ON);
- Dimensioni Ø 50 × 145 mm;
- 30 LED IR con attivazione automatica.

CCD 1/3" Sony Super HAD a colori

€ 134,00

CAMCOLBUL9

- Elemento sensibile Sony Super HAD CCD 1/3" (PAL);
- Numero di pixel 500 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 420 linee TV;
- Ottica f=6,0 mm / F1.5;
- Angolo di ripresa 53°;
- Alimentazione 12 Vdc;
- Consumo 120 mA (IR OFF), 300 mA (IR ON);
- Dimensioni Ø 76 × 113 mm;
- 12 LED IR con attivazione automatica;
- IP65.

CCD 1/4" a colori

CAMCOLBUL5AV

€ 107,00

robusta e affidabile

- Elemento sensibile CCD 1/4" (PAL);
- Numero di pixel 512 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 350 linee TV;
- Ottica f=3,6 mm / F2.0;
- Angolo di ripresa 71°;
- Alimentazione 12 Vdc;
- Consumo 90 mA (IR OFF), 240 mA (IR ON);
- Dimensioni 103,2 × 63 × 58 mm;
- 12 LED IR con attivazione automatica (portata: ~10 m);
- IP57.

CCD 1/3" Sony Super HAD a colori

FR342

€ 120,00

per tutte le applicazioni

- Elemento sensibile Sony Super HAD CCD 1/3" (PAL);
- Numero di pixel 500 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 350 linee TV;
- Ottica f=3,6 mm / F2.0;
- Angolo di ripresa 92,6°;
- Alimentazione 12 Vdc;
- Consumo 110 mA (IR OFF), 240 mA (IR ON);
- Dimensioni 63 × 58 × 103,2 mm;
- 12 LED IR con attivazione automatica (portata: ~10 m);
- IP67.

CCD 1/3" Sony Super HAD a colori day/night

€ 298,00

- Elemento sensibile Sony Super HAD CCD 1/3" (PAL);
- Numero di pixel 500 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 420 linee TV;
- Ottica varifocal autoiris f=3,7-12 mm / F1.6;
- Angolo di ripresa 70°;
- Alimentazione 12 Vdc;
- Consumo 150 mA (IR OFF), 400 mA (IR ON);
- Dimensioni 138 × 168,7 mm;
- 12 LED IR con attivazione automatica (portata: ~10-15 m);
- IP66.

CCD 1/3" a colori day/night

CAMCOLBUL8

46 LED

€ 259,00

- Elemento sensibile CCD 1/3" (PAL/NTSC);
- Numero di pixel 537 (H) x 597 (V);
- Risoluzione 420 linee TV;
- Ottica f=6,0 mm / F1.4;
- Angolo di ripresa 53°;
- Alimentazione 12Vdc;
- Consumo 600 mA (IR ON);
- Dimensioni 80 × 85 × 128 mm;
- 46 LED IR con attivazione automatica (portata: ~30 m);
- IP67.

Staffa di fissaggio esclusa.

CCD 1/3" a colori

€ 242,00

- Elemento sensibile CCD 1/3" (PAL);
- Numero di pixel 500 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 350 linee TV;
- Ottica f=6,0 mm / F1.4;
- Angolo di ripresa 56°;
- Alimentazione 100 - 240Vac ± 10%;
- Consumo 5W max;
- Dimensioni 112 × 82 × 75 mm;
- 24 LED IR con attivazione automatica (portata: ~20 m).

CCD 1/3" a colori alta risoluzione

€ 191,00

CAMCOLBUL5H2

IP67 480 linee

- Elemento sensibile CCD HR 1/3" (PAL);
- Numero di pixel 753 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 480 linee TV;
- Ottica f=3,6 mm / F2.0;
- Angolo di ripresa 92,6°;
- Alimentazione 12Vdc ± 10%;
- Consumo 90 mA (IR ON), 240 mA (IR OFF);
- Dimensioni 103 × 62 × 57 mm;
- 12 LED IR con attivazione automatica (portata: ~10 m).

CCD 1/3" Samsung bianco/nero

- Elemento sensibile Samsung CCD 1/3" CCIR;
- Numero di pixel 500 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 380 linee TV;
- Ottica f=4,0 mm / F2.0;
- Angolo di ripresa 80°;
- Alimentazione 12Vdc;
- Consumo 85 mA (IR OFF), 245 mA (IR ON);
- Dimensioni Ø 64,6 x 105mm;
- 12 LED IR con attivazione automatica (portata: ~10 m);
- IP57.

€ 94,00

CCD 1/3" bianco/nero

B/N

- Elemento sensibile CCD 1/3" CCIR;
- Numero di pixel 500 (H) x 582 (V);
- Risoluzione 380 linee TV;
- Ottica f=4,0 mm / F2.0;
- Angolo di ripresa 80°;
- Alimentazione 12Vdc;
- Consumo 120 mA (IR OFF), 280 mA (IR ON);
- Dimensioni Ø 65 x 105mm;
- 12 LED IR con attivazione automatica (portata: ~12 m);
- IP57.

CAMZWBUL5

€ 125,00

di EMANUELE LOFFARELLI

COMANDARE I TELERUTTORI TRAMITE *foto accoppiatori*

Qualche semplice progetto per mostrare in pratico come pilotare i teleruttori in applicazioni di potenza mantenendo un isolamento galvanico grazie ad un fotoaccoppiatore

Pilotare un teleruttore tramite relè ausiliari o sfruttando il sistema di auto ritenuta costituisce il sistema più pratico e semplice per il comando di questi componenti. Alcune volte può risultare utile o addirittura necessario eccitare teleruttori tramite un sistema elettronico di potenza che debba lavorare direttamente al valore della tensione di rete di 230V. Questi sistemi elettronici sono costituiti da un circuito elettronico di comando a bassa tensione e da un circuito elettronico di potenza collegato direttamente al teleruttore e quindi ai 230V tramite triac o scr. I due sistemi sono interfacciati tra loro tramite foto accoppiatori, circuiti integrati che consentono l'isolamento galvanico tra i due circuiti. In sintesi i due circuiti elettronici risultano elettricamente isolati tra loro.

LA STRUTTURA DEI FOTO ISOLATORI

I foto isolatori sono costituiti internamente da un diodo emittente e da un elemento ricevente denominato anche rivelatore, in genere costituito da un foto diac o da un foto transistor. Il tutto è deducibile dalle **figure 1a** e **1b**. In **figura 1a** è rappresentata la struttura interna dei foto diac MOC3010/ MOC3020. Essi incorporano entrambi delle uscite triac che consentono commutazione di c.a. isolate a bassa tensione. Caratteristica fondamentale di questi due foto isolatori è l'elevata tensione di isolamento Polarizzando il foto diodo interno si consente la conduzione del foto diac con ciò l'innesco del triac. Seguono le specifiche tecniche degli integrati:

Diodo emettitore:

- Tensione diretta 1,2V
- Corrente diretta max: 15mA.

Rivelatore (foto diac):

- Tensione nominale:

MOC3020: 400V
MOC3010: 250V

- Tensione stato on: 2,3V
- Ig triac massima: 100mA.
- Tensione di isolamento: 7500V picco-picco.

Si ricorre in particolare al foto diac quando si ha la necessità di pilotare il carico in fase con la tensione di rete. La struttura interna del foto transistor è rappresentata in **figura 1b**. In questo tipo di foto isolatore l'elemento emittente è sempre costituito da un foto diodo mentre il rivelatore da un foto transistor. In genere il foto transistor nella condizione di interdetto, quindi foto diodo spento, può sopportare una Vce massima pari a 30V e può fornire in conduzione una corrente massima di 50mA. Seguono la caratteristiche dei foto isolatori 4N25-4N26-4N35. Sono dei foto transistor ad alta tensione di isolamento e, rientrando nella categoria a norme industriali, sfruttano un'alta velocità di trasmissione.

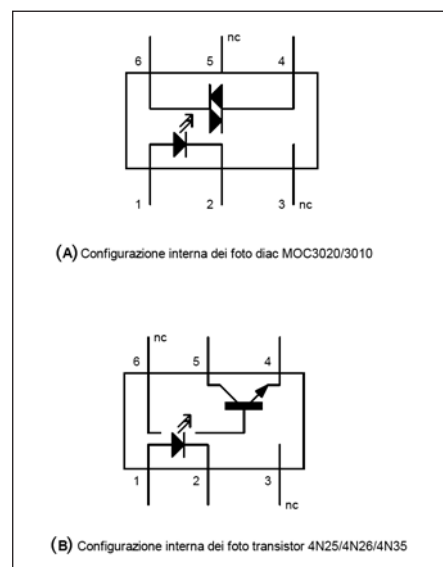



Figura 1: il simbolo elettrico del foto -diac e del foto-transistor.

Emettitore:

- Tensione diretta: 1,5V
- Corrente diretta di lavoro:
- 4N25: 12mA
- 4N35: 12mA

Rivelatore (foto transistor):

- Tensione coll./emett. max: 30V.
- Corrente diretta di lavoro max: 50mA.
- Tensione di isolamento
- 4N25: 2500V
- 4N26: 1500V
- 4N35: 3550V

Figura 5a: l'immagine della sonda LM35CZ avvolta nel foglio in rame. Il suo cavetto va protetto da guaina stearling.

Figura 5b: lo schema elettrico del cablaggio del sistema antigelo. I collegamenti tra il termostato, i fusibili di protezione e il teleruttore di potenza.

APPLICAZIONE CON FOTO DIAC-TRIAC

Segue ora un'applicazione foto diac-triac per il comando di un teleruttore di potenza con bobine in corrente alternata, da 24 a 230V. Nel seguente progetto il teleruttore dovendo alimentare un carico resistivo come un riscaldatore, deve appartenere alla classe AC1 e la sua Ith non deve essere superiore 60A.

Termostato per il controllo della temperatura di un sistema antigelo di potenza

Per circuito antigelo si intende un sistema costituito in genere da cavi scaldanti che vengono posti su quelle tubazioni o contenitori collocati in zone o luoghi soggetti a basse temperature o forte umidità che tendono a causare il congelamento delle sostanze, come acqua o altro, che i suddetti corpi potrebbero contenere. In **figura 2** è rappresentato lo schema elettrico di termostato con comando a triac per il pilotaggio di un teleruttore,per consentire l'alimentazione di un sistema scaldante la cui potenza dipende dalle caratteristiche nominali del teleruttore stesso. Il termostato lavora in un campo di temperatura fisso che va 28°C a circa 47°C e utilizza come sensore la sonda termica LM35CZ.

Per descrivere il funzionamento del circuito, il sistema può essere suddiviso in quattro blocchi. Il primo blocco risulta costituito dall'operazionale IC1 inserito come inseguitore di tensione e dalla sonda LM35CZ.Questo stadio prevede la taratura del termostato tramite il trimmer multigiri R1 posto in ingresso all'operazionale. Utilizzando un multimetro digitale, il trimmer va regolato in modo tale che all'uscita di IC1 sia presente un tensione precisamente pari a 2,5 V misurabile tra il piedino 1 e la massa. Questa tensione di riferimento viene applicata al comune C della sonda termica mentre il suo piedino +V va direttamente collegato ai 12V di alimentazione. Il sensore LM35CZ, che ha la forma di un comune transistor in contenitore TO-46 o TO-92, costituisce un rivelatore di temperatura di precisione e a basso consumo, che può essere alimentato con una tensione compresa tra 4 e 30V ed in grado di operare in un campo termico compreso tra -55°C e 150°C. Il valore della tensione di uscita sul piedino U di questo piccolo integrato, dipende linearmente dalla temperatura secondo un fattore medio di 10mV/°C. Il piedino U fornirà, nel contesto in esame, una tensione che sarà pari ai 2,5V tarati in uscita a IC1 ai quali si sommeranno i millivolt che la sonda fornirà in base alla temperatura rilevata. Ad esempio alla temperatura di 28°C il pin U della sonda fornirà un tensione pari a :

VU =2,5 +(0,01x 28°C)

ossia pari a 2,78V.

Questa tensione, denominata con il termine VU,viene applicata al secondo operazionale IC2 nella configurazione di amplificatore non invertente con guadagno AV pari a 2.65. La tensione Vo che IC2 fornirà in uscita in funzione del segnale in ingresso sarà pari a:

Vo= VU(1+ R4/R2+R3)

In cui la quantità (1+ R4/ R2+R3) costituisce il guadagno AV dell'amplificatore. La tensione amplificata fornita da IC2 giunge al terzo operazionale IC3 che costituisce un trigger di smith in configurazione invertente. In questo comparatore si identificano rispettivamente la soglia minore Vm e maggiore VM tramite le relazioni:

Vm= Vcc (R6R7): (R5R7+R5R6+R6R7)

VM= Vcc R7(R5+R6) : (R5R6+R5R7+R6R7)

Dove la quantità Vcc costituisce il valore della tensione di alimentazione di 12V. Con i valori ohmici delle resistenze inserite si ottengono i due valori di soglia : Vm= 7,36V e VM=7,87V

segue a pagina 55

BUILD IT!

LISTA COMPONENTI

R1	1Khom- trimmer- lineare
R1a	4K7ohm
R2	56Kohm-1%
R3	4K7ohm-1%
R3a	1Kohm
R4	100Kohm-1%
R5	56Kohm-1%
R6	820Kohm-1%
R7	100Kohm-1%
R8	56Kohm
R9	560ohm
R10	120ohm-2W
R11	1Kohm-2W
R12	820ohm
R13	10Kohm
C1	470uF-25V
C2-C3	100nF
C4	220uF- 25V
C5	100nF
C6	1uF
C7	100nF
C8	150nF- 400V
C9	10uF -25V
D1-D2	diodi led
IC1,2,3	LM324
IC4	uA 7812
IC5	LM35CZ
U1:	Moc 3020 oppure TLP3020
Triac:	600V- 8A.
Ponte:	40V- 1A

T1: Trasformatore 12V- 300mA.

Fuse: il fusibile va scelto in funzione della bobina del teleruttore. Valore approssimativo 2A.

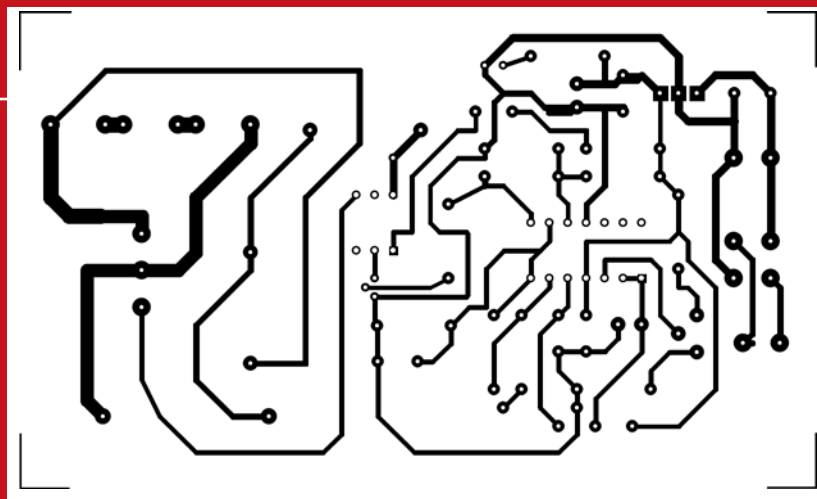
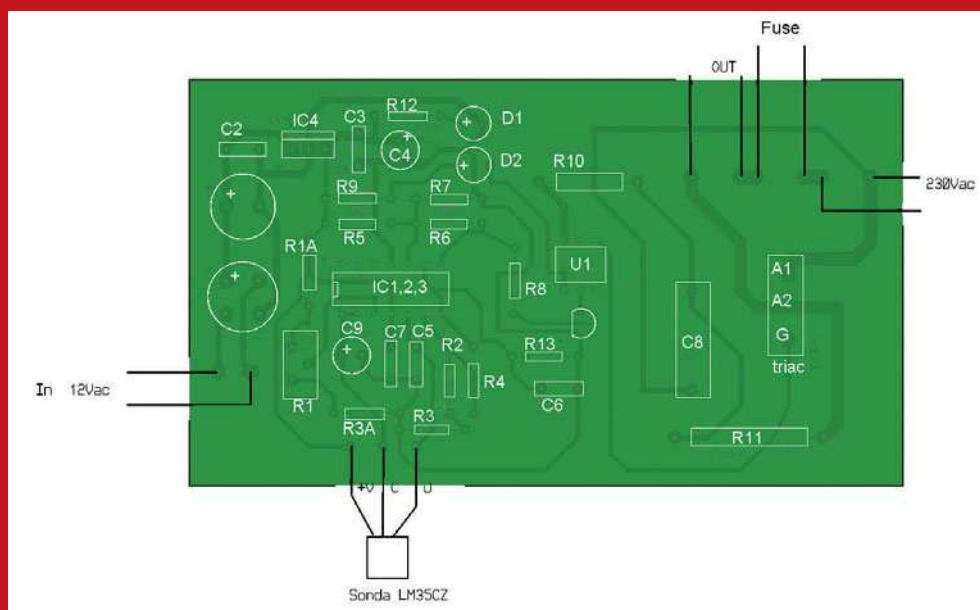



Figura 4: il lato rame del termostato antigelo.

Figura 3: il lato componenti del termostato antigelo.

termostato

ATTENZIONE!

HIGH VOLTAGE

In questi schemi, sia il triac che l'SCR risultano inseriti come interruttori statici di potenza collegati direttamente ai 230V di rete. Questo implica l'osservanza di alcune precauzioni:

- Per i prototipi, se collocati all'esterno, utilizzare contenitori stagni.
- I circuiti se alimentati non vanno assolutamente toccati in quanto le piste dello stampato, compreso il triac e l'SCR risultano polarizzati al potenziale di 230V.
- L'Entrata in contatto con la tensione di rete causa alle persone gravi danni anche mortali.

Chi non rispetta quanto citato lo fa a proprio rischio e pericolo assumendosene le responsabilità.

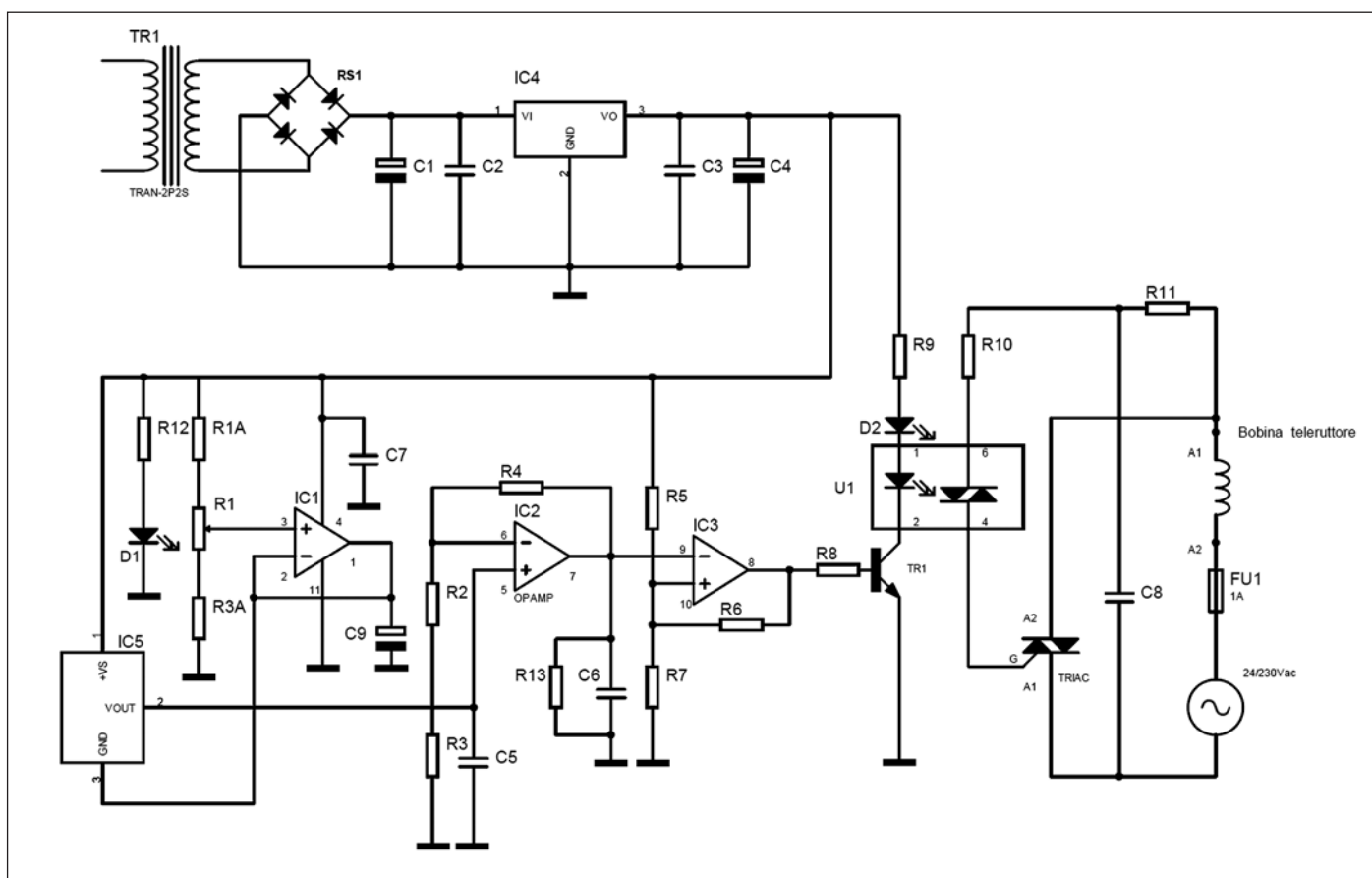



Figura 2: lo schema elettrico del termostato antigelo 30-50°C.

Il trigger di smith costituisce un comparatore in grado di lavorare su due soglie denominate soglia minore e soglia maggiore. Quando la tensione applicata all'ingresso invertente di IC3 (pin 9) è minore del valore del valore di tensione della soglia maggiore, l'amplificatore fornisce in uscita (pin 8) livello alto ossia 12V. Quando invece la tensione al pin 9 supera il valore di VM, l'uscita del comparatore si porta a livello basso ossia al potenziale di 0V. La tensione in uscita al pin 8 tornerà di nuovo a livello alto solo quando la tensione all'ingresso invertente scenderà sotto il valore di Vm (soglia minore). La differenza di tensione compresa tra le due soglie VM e Vm viene chiamata tensione di isteresi VH e risulta pari a :

VH= VM-Vm

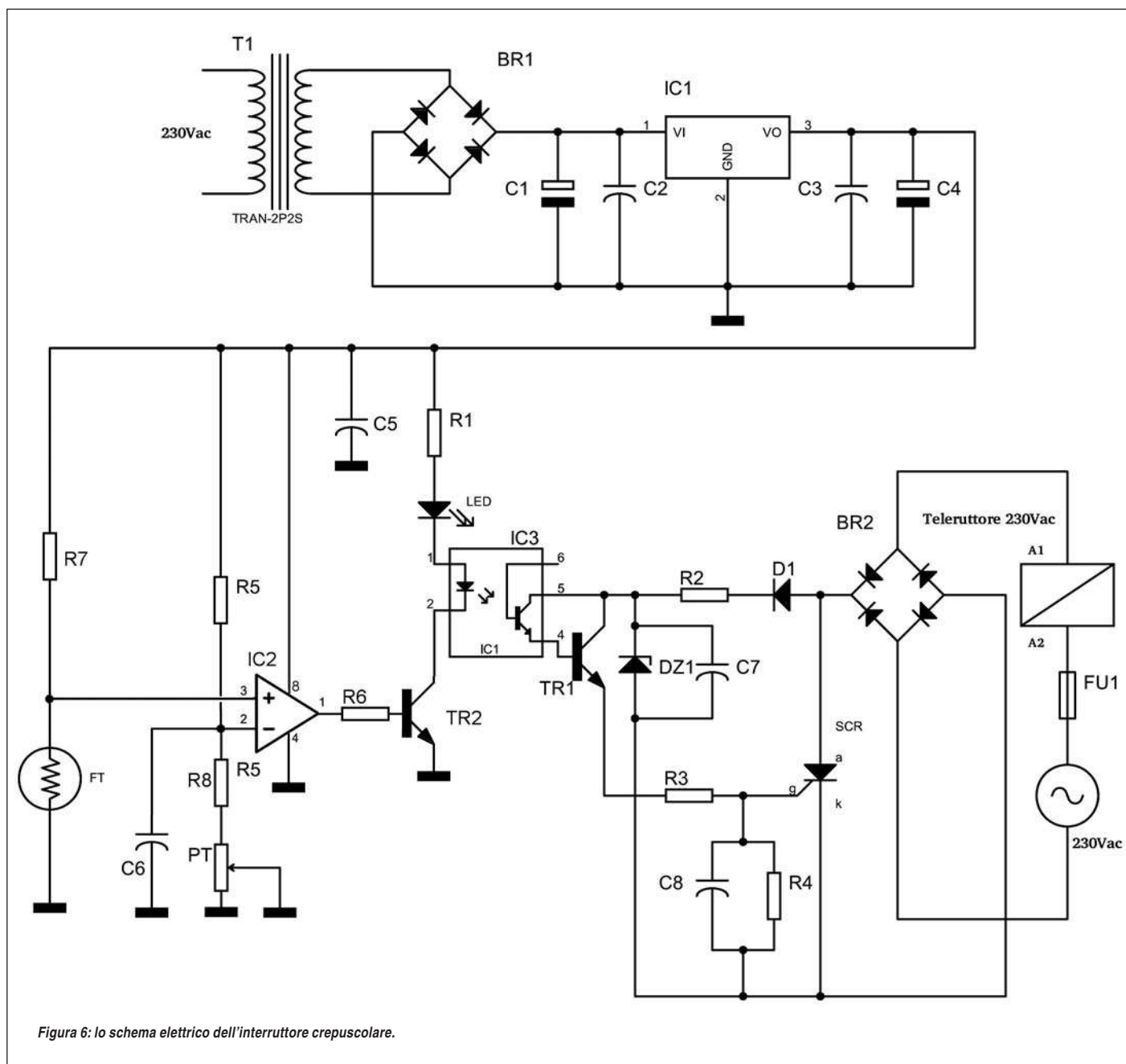
VH= 510mV

Tornando allo schema elettrico, sul pin 9 di IC3 saranno presenti circa 7,36V quando la temperatura della tubazione raggiungerà i 28°C e i 7,87V quando la temperatura raggiungerà i 47°C. Finché il pin 9 non raggiungerà il potenziale di 7,87 V, TR1 risulterà in conduzione e con esso il foto diodo del MOC3020 (U1) con il led D2 di segnalazione acceso. Il triac risulterà innescato quindi il teleruttore può eccitarsi fornendo corrente al riscaldatore. Con l'aumento della temperatura, il potenziale Al pin 9 inizierà ad aumentare tendendo verso i 7,87 e una volta raggiunti il trigger si porterà in uscita in saturazione negativa fornendo 0V. Questa ultima condizione del processo causerà l'interdizione di TR1, del foto diodo di U1, del led D2 e quindi il disinnesco del triac con la conseguente diseccitazione del teleruttore. Il riscaldatore riceverà di nuovo alimentazione solo quando la temperatura rilevata dall'LM35CZ scenderà sotto i 28°C. Lo schema indica che il circuito pilotando la bobina di un teleruttore di potenza, può essere utilizzato per alimentare riscaldatori di una certa potenza. Considerando le caratteristiche del triac che dovrebbe pilotare un carico puramente induttivo, va utilizzato un contattore in classe AC1 la cui potenza nominale non sia superiore ai 15KV.

Montaggio e consigli sulla sonda LM35CZ

La sonda va chiusa in un piccolo foglio in rame affinché la sua superficie di contatto con la tubazione sia ottimale; inoltre risulta migliore, al fine della conduzione termica, l'impiego sulla stessa LM35CZ di un sottile strato di pasta termica al silicone. I pin del sensore vanno poi collegati, se le circostanze lo richiedono, ad un cavetto a tre terminali di cui uno necessariamente schermato al quale va collegato il pin comune C(gnd).

In considerazione dell'inerzia termica che un riscaldatore può presentare dopo l'apertura del teleruttore, il cavetto va inserito in guaina stearling (guaina per alte temperature). In **figura 5B** è raffigurato lo schema elettrico dell'intero cablaggio del sistema antigelo.

Figura 6: lo schema elettrico dell'interruttore crepuscolare.

LISTA COMPONENTI

R1	560ohm	C2-C3	100nF	IC1	7812
R2	12Kohm 6-10W	C4	47uF-25V Elettrol.	IC2	LM358
R3	82ohm	C5-C6	100nF	IC3	4N26
R4	10Kohm	C7	1uF poliestere- 63V.	SCR	TYN 412
R5	10Kohm	C8	47nF	BR1	ponte a diodi 40V-1A.
R6	56Kohm	D1	1N4007	BR2	ponte a diodi 800V- 8A.
R7	100Kohm	Dl1	diodo led.	T1	trasform. 12V- 200mA.
R8	560ohm	DZ1	zener 12V- 1,3W	FU1	fusibile di protezione,
PT	potenziometro 3.3Kohm lin.	TR1-TR2	2N1711		valore indicativo per teleruttore 2A
C1	220uF-40V Elettrol.	FT	fotoresistenza		

Montaggio del circuito

Il montaggio dello stampato inizia con la saldatura del cavetto schermato destinato alla sonda LM35, lasciato idoneamente lungo e di tutta la cavetteria rimanente. Segue poi il montaggio degli zoccoli dell'LM324 e del fotodiac. Segue poi il montaggio e le saldatura di tutte le resistenze concludendo con il trimmer multigiri R1. A seguire vengono saldati tutti i condensatori a partire con poliestere concludendo con quelli elettrolitici. Si continua con il montaggio dei due diodi led D1 e D2 rispettando l'esatto collegamento sullo stampato dei terminali anodo e catodo. Si passa poi alla saldatura del ponte raddrizzatore e dello stabilizzatore IC4. Può essere poi montato e saldato il transistor TR1 concludendo con il triac BT137. In particolare il terminali di questo componente vanno allargati con cura. La distanza sulla basetta assicura una distanza di sicurezza tra i terminali stessi, essendo il triac alimentato direttamente a 230V. Sull'aletta del triac va posto uno strato di pasta termica al silicone fissando sul componente un dissipatore che abbia una Rt: 10°C/W. Si conclude con la saldatura della sonda termica LM35CZ.Terminate le saldature possono essere fissati sugli zoccoli gli integrati LM324 e il MOC3020.

Informazioni per la messa in opera del termostato

Come descritto nell'articolo il compito del termostato è quello di controllare la temperatura di un sistema antigelo per evitare il ghiacciarsi dei corpi liquidi. Affinché i corpi da riscaldare possano raggiungere la temperatura di 50°C per poi conservarla a discapito temperatura esterna, è necessario che dopo la posa del riscaldatore e della sonda, il corpo in esame sia coibentato con lana di vetro, a contatto diretto, ed esternamente, quindi tra lana di vetro e ambiente una copertura in alluminio o almeno 5 strati di carta stagnola sovrapposti e ben avvolti affinché si eviti la dispersione di calore.

APPLICAZIONE FOTO TRANSISTOR-SCR.

Il prossimo progetto consiste in un interruttore crepuscolare allo stato solido che si eccita al buio. Il sistema utilizza come interruttore di potenza il tiristore TYN412. La conduzione dell'SCR dipende esclusivamente dalla risposta che viene fornita dal foto transistor 4N25 collegato ad un NE555. Collegando il circuito ad un teleruttore di potenza anziché direttamente ad una lampada si ha la possibilità di comandare un sistema di illuminazione di una certa potenza. Sia la lampada ad incandescenza,la cui potenza non deve essere superiore ai 200W che il teleruttore, la cui Ith non deve essere superiore 60A, debbono lavorare al valore di 230V in alternata. Il teleruttore deve appartenere alla classe AC1 o AC3.

Interruttore crepuscolare con SCR

Il progetto di questo interruttore crepuscolare indicato in figura 6 prevede l'inserimento di un amplificatore operazionale, montato come comparatore, associato ad una foto resistenza che costituisce l'elemento sensibile del circuito. L'inserimento del foto transistor fa sì che il comparatore risulti elettricamente isolato dall'SCR che lavora direttamente al valore di 230V. Nella condizione di massima luminosità il valore ohmico della resistenza FT assume un valore bassissimo circa 300 ohm, mentre nella condizione di buio il suo valore raggiunge circa i 3 mega ohm. Questo comportamento della fotoresistenza, fa sì che l'uscita del comparatore in presenza di luce tenda ad assumere una polarizzazione prossima a zero, mentre al buio tale polarizzazione risulterà prossima a Vcc permettendo all'interruttore crepuscolare di portarsi nello stato di on. La soglia di intervento del circuito può essere però regolata tramite PT permettendo l'inserimento del crepuscolare all'intensità di luce desiderata.

Dimensionamento del circuito di potenza

Il dimensionamento del circuito a 220V risulta molto importante per il corretto funzionamento del sistema e per evitare danni a causa dei 220V di rete. Collegando l'uscita del crepuscolare ai 220V, il ponte BR2 fornirà alle uscite + e – i 220V pulsanti. Dovendo sfruttare questa tensione per comandare l'SCR tramite IC3, essa dovrà essere notevolmente ridotta ad un valore inferiore comunque ai 30V che costituiscono i volt massimi sopportabili dal foto transistor. Si è scelta una tensione pari a 12V tramite uno zener da 12V - 1,3W e una

Itot :(Iz+Igate) pari a circa 17mA.. Per R2 si ha quindi: Vcc: 220V Vz: 12V Itot: 17mA.

R2: (Vcc-Vz) / Itot (A) R2: 12Kohm

e di potenza:

PR2: (Itot x Itot) R2 PR2: circa 3,5W che dimensioneremo per sicurezza a 6W-10W.

Al tirisore TYN412, essendo ad alta sensibilità per la polarizzazione della porta (gate) sono sufficienti per l'innesco 0,7V di Vgate e circa 5mA di Ig per un carico di 500mA. Per la sicurezza dell'innesco è stata posta sul gate una resistenza di limitazione di 82ohm.

Montaggio del circuito

Il montaggio fa effettuato a partire dalla saldatura di tutta la cavetteria del circuito. A seguire va fissato e saldato lo zoccolo dell'operazionale e del 4N26. Vanno poi saldate tutte le resistenze concludendo con quella di potenza R2. In particolare questo resistore durante il funzionamento del crepuscolare tende a dissipare una considerevole quantità di calore, affinché tale dissipazione sia ottimale va saldato lasciandolo sollevato dalla basetta di almeno 5mm. Può essere poi saldato il potenziometro PT. Si fissano e saldano successivamente tutti i condensatori a partire da quelli in poliestere concludendo con quelli elettrolitici. Si saldano poi lo zener DZ1, D1, DL2 e la foto resistenza FT. Segue poi la saldatura dei due ponti raddrizzatori, di TR1, del 7812 e del tiristore TYN412. Sul tiristore sulla cui aletta va posto uno strato di pasta termica al silicone, va fissato un dissipatore con Rt: 10°C/W. Possono infine essere fissati i due circuiti integrati.

Taratura del circuito.

La taratura del circuito deve essere impostata al crepuscolo. Raggiunta la bassa luminosità desiderata, PT deve essere ruotato lentamente consentendo all'operazionale di portarsi a livello alto in uscita per poter comandare il foto transistor IC3 e quindi l'SCR. Con il ritorno della luce automaticamente il teleruttore verrà diseccitato. ❏

CODICE MIP 500131

Corso di Elettronica Digitale *(parte quinta)*

APPLICAZIONI CON *i circuiti combinatori*

In questo quinto numero vengono descritte le principali applicazioni dei circuiti a logica combinatoria. In particolare verrà fatto riferimento ai circuiti a media scala di integrazione. Gli argomenti trattati saranno corredati da esempi pratici che il lettore potrà realizzare facendo uso di circuiti integrati commerciali

Lo sviluppo dell'elettronica digitale e la maggior capacità di integrazione di porte logiche all'interno di un unico circuito integrato, ha prodotto una radicale trasformazione nella progettazione e realizzazione di circuiti logici. Le tecniche esaminate nelle lezioni precedenti, quali la sintesi booelana o le mappe di Karnaugh, sono risultate valide fino a che sul mercato sono comparsi circuiti in grado di eseguire direttamente alcune applicazioni fondamentali. In questa quinta lezione del corso di "Elettronica Digitale" esamineremo alcune delle applicazioni principali della logica combinatoria, quali le operazioni di somma, di decodifica e di comparazione facendo riferimento proprio ai circuiti integrati commerciali a media scala di integrazione (M.S.I.). La descrizione dei circuiti integrati esaminati sarà completata attraverso alcuni semplici schemi applicativi, che il lettore potrà realizzare per verificarne il funzionamento. In conclusione esamineremo il comportamento dinamico delle porte logiche, ponendo particolare attenzione ai concetti di tempo di propagazione e di transizione. Questi aspetti rivestono particolare importanza nei circuiti digitali a logica sequenziale.

SOMMATORI BINARI

Nei primi numeri del corso (vedere rivista numero 271 e 272) abbiamo studiato due semplici circuiti che realizzano la somma fra due numeri binari senza e con il riporto (*half-adder* e *full-adder*). Esamineremo ora come realizzare tale operazione utilizzando circuiti integrati commerciali *M.S.I.* In **figura 1** è riportata la tabella della verità e lo schema logico del circuito sommatore.
Il modulo base di un sommatore binario può essere rappresentato secondo la **figura 2**. Ogni blocco elementare è in grado di effettuare la somma di una sola cifra binaria. Il singolo blocco può essere connesso a blocchi successivi, in modo da formare il circuito sommatore costituito dal numero di bit voluto. In **figura 2** è rappresentato un sommatore a 3 bit.
Ogni singolo blocco è costituito dal circuito di **figura 1**. Da notare, che il primo blocco può essere costituito da un semisommatore, dato che esso realizza la somma delle cifre meno significative o LSB, per le quali manca il riporto in ingresso. Per utilizzare un sommatore è comunque sufficiente connettere a massa (GND) tale l'ingresso. In commercio è possibile trovare circuiti integrati che implementano la struttura descritta, come ad esempio l'integrato CMOS CD4008. Esso realizza la somma binaria tra due cifre a 4 bit tenendo conto dell'eventuale riporto (*carry*) d'ingresso. La **figura 3** riporta lo schema logico e la disposizione dei terminali necessari alla connessione

Ingressi			Somma (Sn)	Riporto (Rn)
R_{n-1}	Xn	Yn		
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

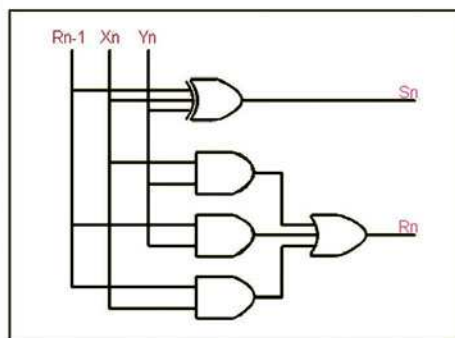



Figura 1: tavola della verità e schema logico sommatore.

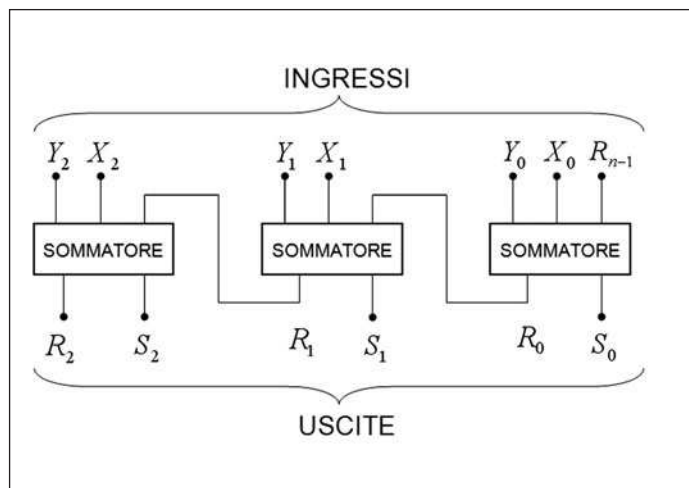



Figura 2: schema a blocchi sommatore a 3 bit.

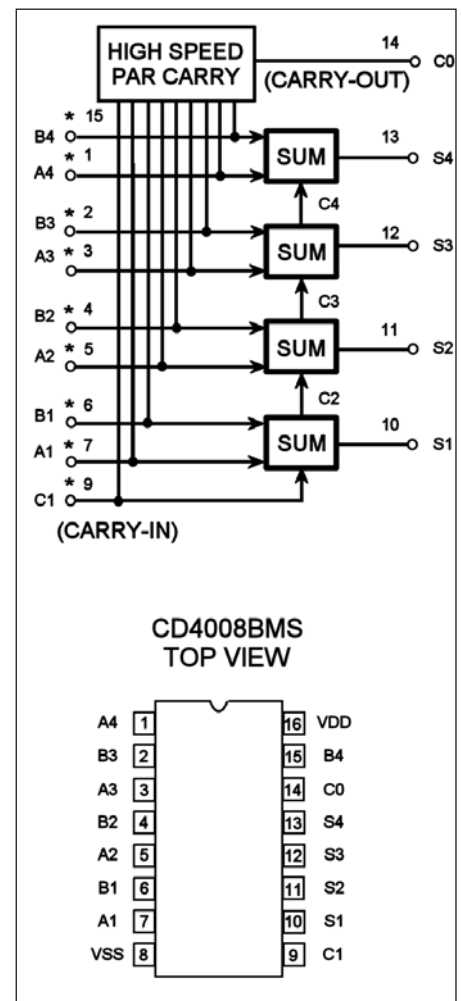



Figura 3: schema logico dell'integrato CD4008.

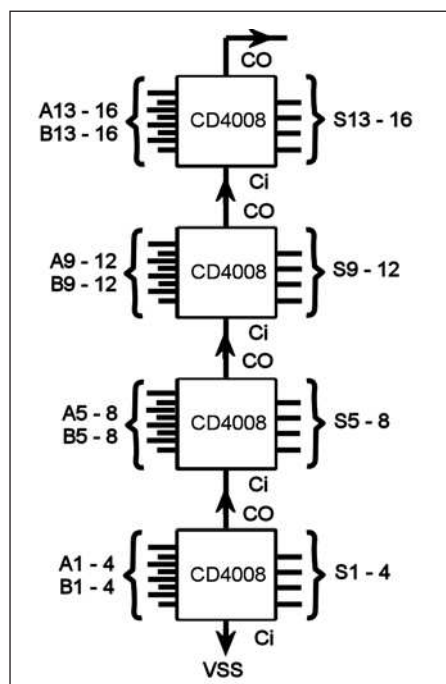



Figura 4: sommatore binario fra 2 byte.

D	C	B	A	f(A,B,C,D)
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	X
1	0	1	1	X
1	1	0	0	X
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

Figura 5: tabella di verità e mappe di Karnaugh decodificatore BCD/decimale.

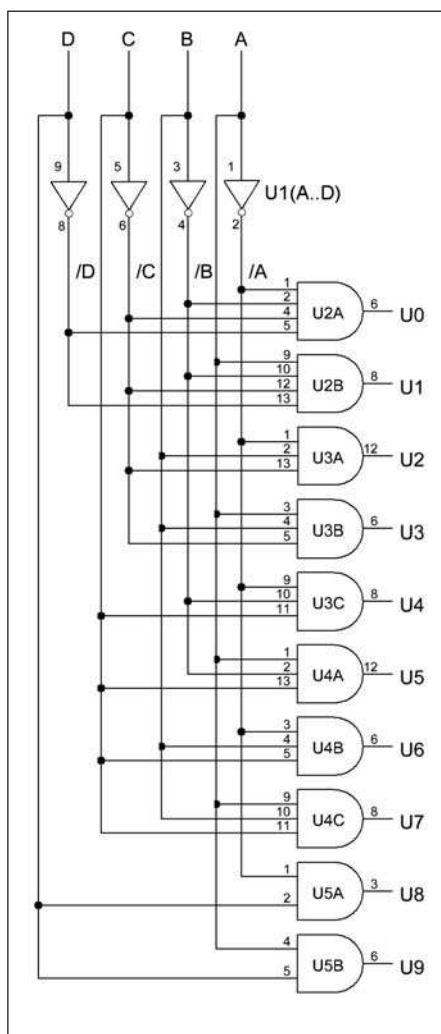



Figura 6: decodificatore BCD/decimale a porte logiche.

del componente. Possiamo raggruppare i piedini di cui l'integrato è costituito a seconda della loro funzione:

- i piedini 8 e 16 sono utilizzati per fornire alimentazione al circuito integrato;
- i piedini A_i, B_i sono relativi agli ingressi binari da sommare;
- il piedino *C1* è il segale di riporto d'ingresso;
- i piedini S_i sono le uscite binarie relative alla somma;
- il piedino *CO* è il segnale di riporto d'uscita.

Da questa semplice descrizione si comprende come l'integrazione di più porte logiche all'interno di un unico chip, tale da realizzare funzioni specifiche (ad esempio la somma), permette la realizzazione di circuiti aventi dimensioni e costo notevolmente minori rispetto all'utilizzo di porte logiche elementari. Ad esempio, in **figura 4** è riportato lo schema che effettua la somma fra due word (16 bit) utilizzando l'integrato CD4008.

DECODIFICHE

Molte applicazioni digitali richiedono l'implementazione di circuiti di decodifica. Un primo esempio è stato analizzato in un articolo precedente, in cui si è realizzato un circuito in grado di pilotare un display a 7 segmenti. Nei circuiti digitali la decodifica, come la codifica, può assumere diversi significati. Principalmente possiamo avere circuiti di decodifica logica (ad esempio di decodifica dal codice BCD – Binary Codec Decimal - al codice decimale) o circuiti di decodifica per la visualizzazione numerica o alfanumerica attraverso display. In genere tali circuiti sono realizzati facendo uso di integrati commerciali *M.S.I.* Nei paragrafi successivi verranno esaminate alcune delle applicazioni suddette, facendo riferimento ai circuiti integrati CMOS CD4028 (decodificatore BCD-decimale) e CD4511 (decodificatore e driver per display 7 segmenti). Un'altra importante applicazione dei circuiti di decodifica è nella gestione dell'indirizzamento delle memorie. Tali circuiti verranno presi in esame successivamente al corso, quando affronteremo il capitolo delle memorie.

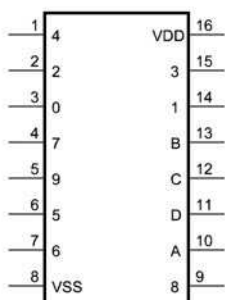
Decodifica BCD/decimale.

La codifica BCD riveste un ruolo importante, in quanto permette di rappresentare una singola cifra decimale, in un numero, su quattro bit, nel sistema binario. Un decodificatore da BCD a decimale deve quindi realizzare la tabella di verità riportata in **figura 5**.

Ovviamente, essendo la rappresentazione BCD costituita da 4 bit, si hanno 2^4=16 possibili combinazioni , ma solo le prime dieci sono utilizzate. Le restanti combinazioni, nella decodifica BCD non hanno significato. Utilizzando i metodi di progetto esaminati all'inizio del corso, possiamo effettuare la sintesi attraverso le mappe di Karnaugh **(figura 5)** e ottenere le espressioni finali che realizzano il decodificatore.

Il circuito a porte logiche elementari è riportato in **figura 6**. Si può notare, come le combinazioni prive di significato in BCD sono stare considerate in modo da otte-

D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Figura 7: schema logico integrato CD4028.

nere la massima sintesi possibile. Le espressioni booleane ricavate risultano essere le seguenti:

$$U_0 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} \qquad U_5 = A\overline{B}C$$

$$U_1 = A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} \qquad U_6 = \overline{A}BC$$

$$U_2 = \overline{A}B\overline{C} \qquad U_7 = \overline{A}D$$

$$U_3 = AB\overline{C} \qquad U_8 = AD$$

$$U_4 = \overline{A}\,\overline{B}C$$

Il circuito integrato commerciale CD4028 svolge la funzione di decodifica esaminata precedentemente. La **figura 7** riporta lo schema logico del componente da cui si identificano i seguenti terminali:

- i piedini 8 e 16 sono utilizzati per fornire alimentazione al circuito integrato;
- i piedini A,B,C,D (pin 10, 11, 12, 13) sono relativi agli ingressi BCD da decodificare;
- i piedini 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 sono le uscite decodificate secondo la tabella di verità (*truth table)* riportata sempre in **figura 7**.

In **figura 8** è riportato il funzionamento del circuito in due condizioni d'ingresso: la prima ha tutti gli ingressi binari posti a GND (corrispondente al numero 0). In questo caso l'uscita posta a livello logico alto è Q0 (U1:00).

Nel secondo esempio, è presente in ingresso il codice BCD 0010_2 corrispondente all'uscita alta Q2 (U1:02).

Decodificatore BCD - display 7 segmenti

La visualizzazione di numeri o di caratteri alfanumerici attraverso display a led o a cristalli liquidi è ottenuta principalmente attraverso l'uso di circuiti di decodifica. Questi circuiti forniscono in uscita i livelli di tensione e di corrente opportuni per il pilotaggio dei componenti di visualizzazione. In particolare, esamineremo un integrato commerciale (CD4511) in grado di pilotare un display a 7 segmenti decodificando direttamente il codice BCD. In figura 9 è riportato il diagramma di connessione e la tabella della verità.

L'integrato CD4511 è della famiglia CMOS. In esso sono implementate le seguenti funzioni:

- memorizzazione di 4 bit attraverso dei circuiti di memoria (*latch* - che verranno

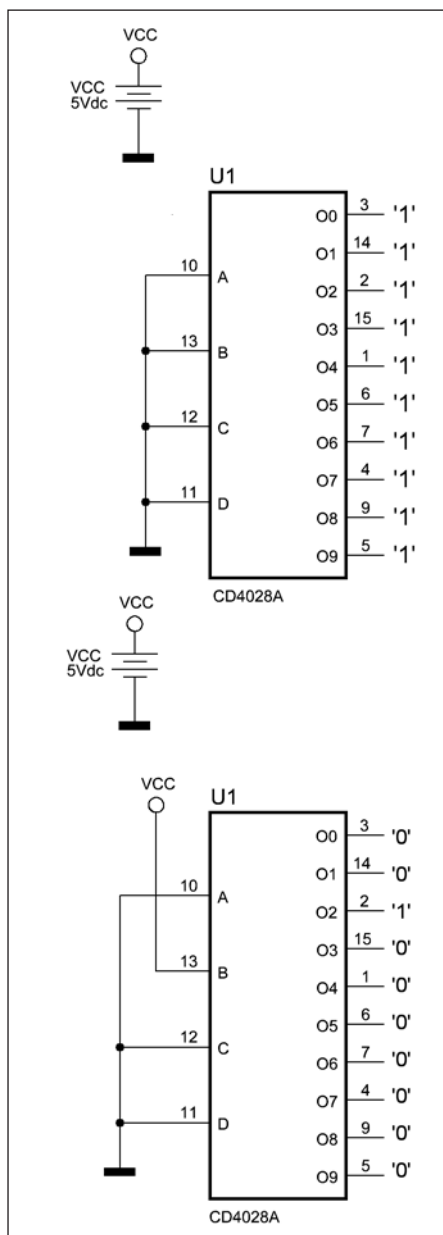



Figura 8: stati logici integrato CD4028.

esaminati nel prossimo articolo in cui si discuterà dei circuiti a logica sequenziale);

- decodifica del codice BCD in modo da pilotare un display a 7 segmenti;
- pilotaggio del diplay senza necessità di un ulteriore *driver* esterno (massima corrente per uscita 25mA).

Inoltre è fornito di alcuni segnali di controllo, così suddivisi:

- segnale di "*lamp test*" (LT) usato per testare il display;
- segnale di "*Blanking*" (BI) usato per spegnere il display o per regolarne la brillantezza attraverso una modulazione *PWM* (pulse width modulation);
- segnale di "*Latch Enable*" (LE) usato per memorizzare il codice BCD da visualizzare nelle celle di memoria.

In **figura 10** è riportata un'applicazione tipica, in cui l'integrato pilota direttamente un display a catodo comune. Come si può notare, l'integrato è alimentato con una tensione di +5V, mentre la corrente che circola in ogni segmento del display è data dalla seguente relazione:

$$Iled = \frac{Valim - Vled}{R}$$

Considerando una tensione ai capi del led di circa +1,5V, si ottiene una corrente di 20mA per ogni segmento del display quando in corrispondenza della relativa uscita dell'integrato è presente lo stato logico alto.

MULTIPLEXER E DEMULTIPLEXER

Il multiplexer e il demultiplexer sono circuiti di particolare importanza nell'elettronica digitale. Il multiplexer (o selettore digitale) provvede a selezionare, fra alcuni segnali disponibili in ingresso, quello che si vuole inviare in uscita. Al contrario, il demultiplexer permette di inviare sull'uscita selezionata lo stato logico presente in ingresso. Nei prossimi paragrafi esamineremo l'integrato commerciale CMOS 74HC151 (multiplexer digitale) e alcune applicazioni.

Integrato multiplexer CMOS 74HC151

L'integrato 74HC151 della famiglia CMOS è un multiplexer digitale a 8 canali. Attraverso gli ingressi di selezione (A,B e C) è possibile selezionare uno degli otto ingressi.

Si otterrà che l'uscita W presenterà il valore digitale dell'ingresso selezionato, mentre l'uscita Y presenterà il valore negato. Il segnale di *STROBE* (S) se posto a livello logico basso abiliterà il mltiplexer a svolgere la sua funzione di selettore, viceversa, se posto a livello logico alto, l'uscita Y sarà forzata al livello logico basso e l'uscita W al valore logico alto. In **figura 11** è riportato il diagramma di connessione e la tabella di verità.

Esempi applicativi

Le principali applicazioni dei multiplexer sono:

- convertitori da parallelo a seriale;
- selettori elettronici digitali;
- selettori elettronici analogici;
- generatori di sequenze.

Oltre alle applicazioni indicate, sono interessanti altre utilizzazioni di questi circuiti come ad esempio la realizzazione di reti combinatorie o come sommatore (full-adder). Tali soluzioni permettono talvolta una semplificazione dei circuiti e una riduzione del costo finale del circuito logico.

La realizzazione di una semplice rete combinatoria attraverso l'uso di un multiplexer è molto semplice.

Prendiamo ad esempio la seguente funzione logica con tre variabili indipendenti X,K,Z:

$$Y = X\overline{K}\,\overline{Z} + \overline{X}K\overline{Z} + XK\overline{Z} + XKZ$$

La tabella della verità e il circuito logico sono riportati in **figura 12**.

Fra le altre applicazioni del multiplexer vi è quella del sommatore.

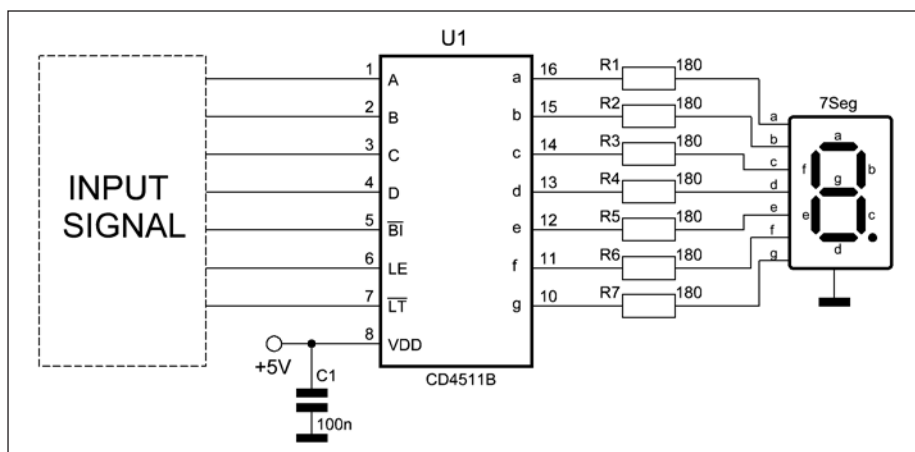
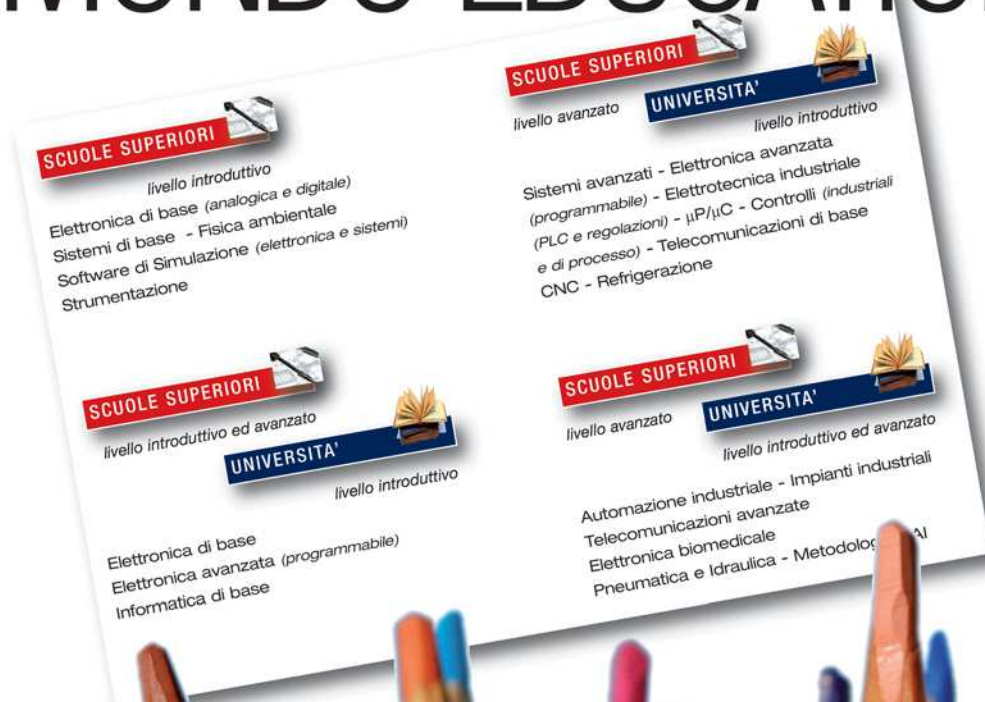



Figura 10: esempio di applicazione dell'integrato CD4511.

edutronica.it

il NUOVO punto di riferimento per il MONDO EDUCATIONAL

Sei un docente?

Sei un tutor?

Sei un responsabile di un ufficio tecnico?

Sei uno studente?

La tua risorsa è da oggi online su *www.edutronica.it*

Contatti: Tel. 0385 42975 - Fax 0385 240077 *info@edutronica.it*

LE	BI	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Display
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	B
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
1	1	1	X	X	X	X				•				•

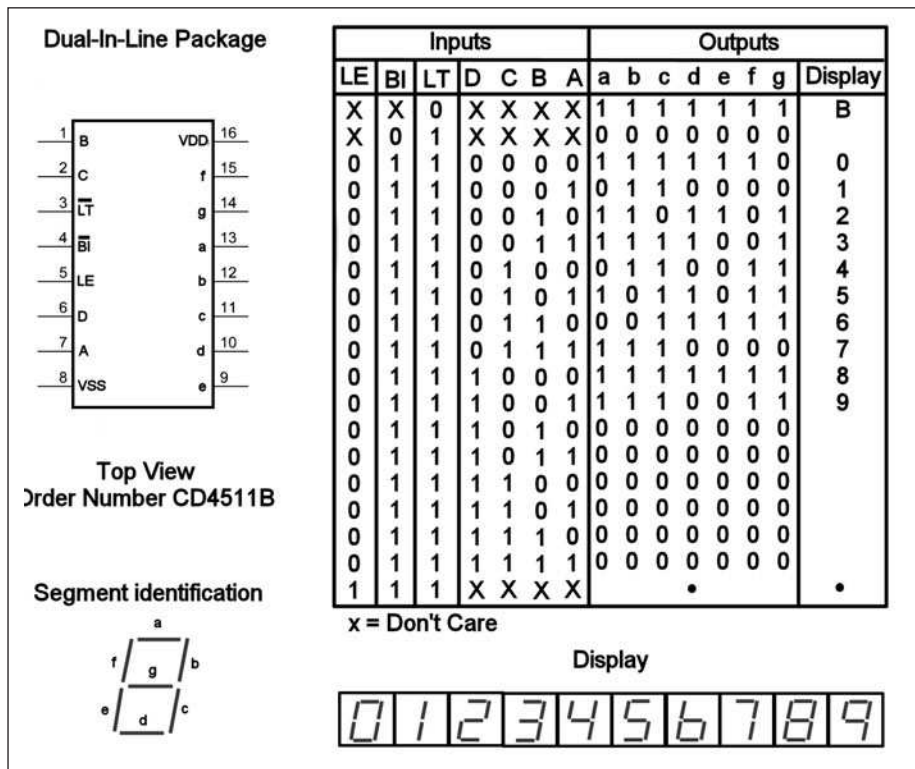



Figura 9: diagramma di connessione e tabella della verità dell'integrato CD45511.

Z	K	X	Y=f(X,K,Z)	W=f(X,K,Z)
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0

Figura 12: funzione logica realizzata attraverso multiplexer 74HC151.

Inputs				Outputs	
Select			Strobe		
C	B	A	S	Y	W
X	X	X	H	L	H
L	L	L	L	D0	$\overline{D0}$
L	L	H	L	D1	$\overline{D1}$
L	H	L	L	D2	$\overline{D2}$
L	H	H	L	D3	$\overline{D3}$
H	L	L	L	D4	$\overline{D4}$
H	L	H	L	D5	$\overline{D5}$
H	H	L	L	D6	$\overline{D6}$
H	H	H	L	D7	$\overline{D7}$

Figura 11: diagramma di connessione e tabella della verità dell'integrato 74HC151.

Le funzioni logiche da realizzare per la somma e per il riporto sono le seguenti:

$$Sn = \overline{R_{n-1}}\,\overline{X_n}Y_n + \overline{R_{n-1}}X_n\overline{Y_n} + R_{n-1}\overline{X_n}\,\overline{Y_n} + R_{n-1}X_nY_n$$

$$Rn = \overline{R_{n-1}}X_nY_n + R_{n-1}\overline{X_n}Y_n + R_{n-1}X_n\overline{Y_n} + R_{n-1}X_nY_n$$

di cui si riporta in **figura 13** la tabella di verità e il circuito logico.

COMPARATORI DIGITALI

Il vantaggio nell'uso di circuiti a media scala di integrazione è visibile nei circuiti di comparazione digitale. Un esempio è l'integrato 74HC85 (comparatore a 4 bit espandibile). Il risultato dell'operazione di confronto avviene, quindi, fra due numeri binari di 4 cifre (A_3, A_2, A_1, A_0 e B_3, B_2, B_1, B_0) e si traduce in tre possibile risultati: A maggiore di B (A>B), A uguale a B (A=B) e A minore di B (A<B). Da notare che A_3 B_3 rappresentano le cifre più significative dei due numeri binari A e B. In **figura 14** è riportata la tabella della verità, il simbolo logico e il diagramma di connessione dell'integrato. La tabella della verità è suddivisa in due parti: la parte superiore mostra le possibili combinazioni considerando a confronto due parole binarie a 4 bit (non tiene conto degli ingressi di espansione $I_{A>B}$, $I_{A=B}$, $I_{A<B}$), mentre la parte inferiore tiene conto degli ingressi di espansione e quindi di più integrati connessi insieme, in modo da confrontare parole binari composta da più di 4 bit. Nella **figura 15** è riportato lo schema di collegamento che realizza la comparazione fra due byte. Rispetto a quanto indicato nel datatsheet, nello schema di **figura 15**, gli ingressi sono identificati con le lettere P e Q, anziché A e B. Come si può osservare, i due byte sono uguali per quanto riguarda le prime quattro cifre (*MIDDLE LSB*), infatti l'uscita *PEQ* risulta essere al livello logico basso (come riportato nella tabella della verità). Analizzando le quattro cifre più significative (*MIDDLE MSB*) si nota $Q_3 > P_3$, quindi l'uscita posta a livello logico alto risulta essere *YPLQ.*

Rn-1	Xn	Yn	Somma (Sn)	Riporto (Rn)
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

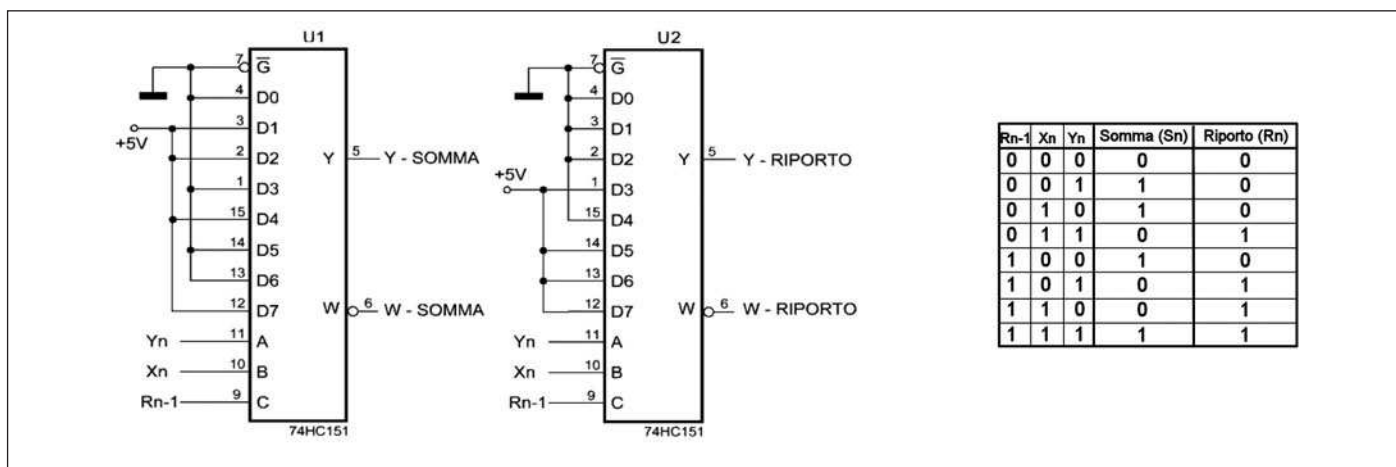



Figura 13: sommatore a 2 bit realizzato con multiplexer 74HC151.

COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	$I_{A>B}$	$I_{A<B}$	$I_{A=B}$	$Q_{A>B}$	$Q_{A<B}$	$Q_{A=B}$
A3>B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3<B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3=B3	A2>B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2<B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1>B1	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1<B1	X	X	X	X	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0>B0	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0<B0	X	X	X	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	H	L	L	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	L	H	L	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	L	L	H	L	L	H
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	X	X	H	L	L	H
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	H	H	L	L	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	L	L	L	H	H	L

NOTES H=HIGH voltage level L=LOW voltage level X=don't care

10 A0, 9 B0, 12 A1, 11 B1, 13 A2, 14 B2, 15 A3, 1 B3, 2 $I_{A<B}$, 3 $I_{A=B}$, 4 $I_{A>B}$; $Q_{A<B}$ 7, $Q_{A=B}$ 6, $Q_{A>B}$ 5

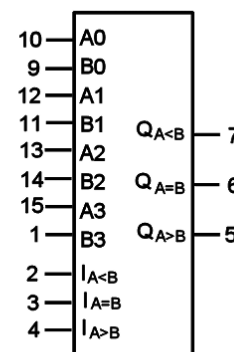



Figura 14: simbolo logico e tabella della verità 74HC85.

TEMPI DI PROPAGAZIONE

Nell'articolo riguardante le porte logiche (numero 273) abbiamo esaminato le proprietà statiche dei circuiti logici. In questo paragrafo esamineremo il comportamento di una porta in regime dinamico, ovvero quando ai suoi ingressi è applicato un segnale digitale che varia nel tempo.

In **figura 16** è rappresentato il comportamento di un invertitore ideale.

In realtà, la porta logica non essendo ideale, produce due tipi di ritardi:

- un ritardo sulla commutazione del segnale di uscita rispetto al segnale d'ingresso;
- un ritardo sulle transizioni del segnale di uscita rispetto alle transizioni del segnale d'ingresso.

La presenza del ritardo tra ingresso ed uscita e la minor ripidità delle transizioni sono dovute principalmente ai seguenti fattori:

- la presenza di capacità parassite presenti nel circuito;
- il tempo non nullo necessario a far cambiare di stato gli elementi attivi che costituiscono la porta logica.

Il primo fattore è legato principalmente al numero di porte pilotate, mentre il secondo è intrinseco alla realizzazione circuitale della porta stessa.

Si definisce come ritardo di propagazione la differenza fra gli istanti di tempo in cui i segnali di ingresso e di uscita raggiungono rispettivamente il 50% del valore di tensione compreso tra V_{OH} e V_{OL}. In formule:

$$V_{50\%} = \frac{V_{OH} + V_{OL}}{2}$$

Il tempo di propagazione per la transizione dallo stato alto allo stato basso dell'uscita è indicato con τ_{PHL} mentre quello relativo alla transizione tra lo stato basso allo stato alto è indicato con τ_{PHL}. In generale si definisce un ritardo medio di propagazione dato dalla seguente relazione:

$$\tau_P = \frac{\tau_{PHL} + \tau_{PLH}}{2}$$

In **figura 17** sono riportate le forme d'onda d'ingresso e di uscita con le indicazioni dei tempi di propagazione.

Come si nota, i tempi di propagazione relativi alle transizioni, vengono valutati considerando due livelli: il primo livello corrisponde al 10% della tensione relativa allo stato logico alto, mentre il secondo livello equivale al 90%. In **figura 16** sono indicati come *tr* (trise) e *tf* (tfall). I valori che vengono riportati sui manuali tecnici da parte dei costruttori di circuiti integrati fanno riferimento a opportune con-

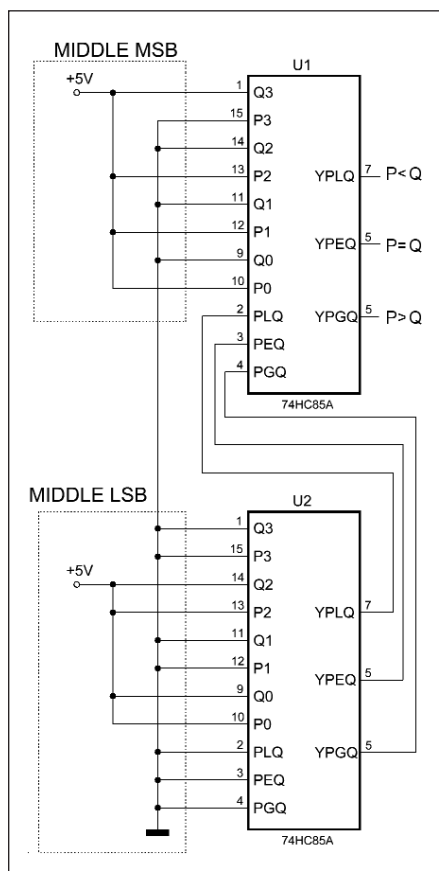



Figura 15: esempio di comparazione fra due byte.

Figura 16: comportamento dinamico ideale della porta NOT.

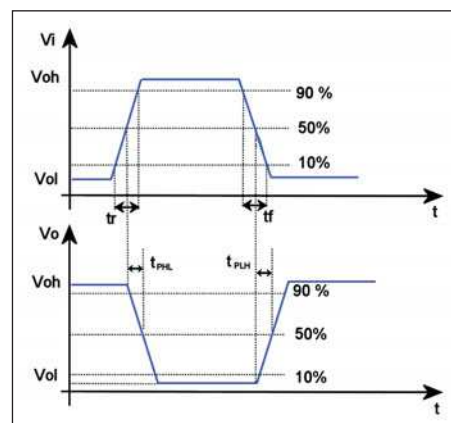



Figura 17: comportamento dinamico reale della porta NOT.

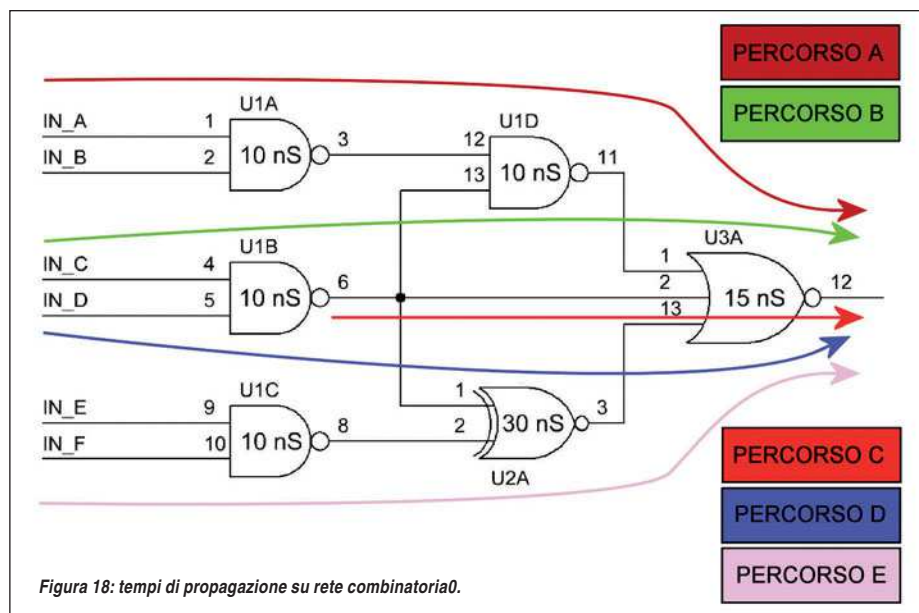



Figura 18: tempi di propagazione su rete combinatoria0.

dizioni di misura (*setup* di prova), in cui il generatore e il carico risultano ben determinati.

Calcolo tempi di propagazione su rete combinatoria

Una rete combinatoria è costituita da più circuiti logici elementari, che possono formare, come abbiamo visto, circuiti molto complessi. In particolare una rete può essere costituita da un certo numero di ingressi e di uscite. Per definire il tempo massimo di propagazione della rete combinatoria è necessario analizzare tutti i percorsi logici che si possono avere nel circuito. Il tempo massimo sarà dato dal percorso più critico, ovvero quello che avrà il tempo di propagazione totale, dato dalla somma di ogni singolo circuito elementare, più alto. In **figura 18** è riportato a titolo di esempio un circuito combinatorio in cui sono stati definiti dei tempi di propagazione per le diverse porte logiche e vi sono riportati tutti i percorsi possibili.

Analizzando lo schema si identificano 5 percorsi identificati con le lettere A,B,C,D,E. I tempi di propagazione per ogni percorso sono dati dalla somma dei singoli tempi di propagazione delle porte logiche elementari che costituiscono il percorso stesso. Si ottiene quindi:

- **percorso A:**

td= 10ns+10ns+15ns = 35ns

- **percorso B:**

td= 10ns+10ns+15ns = 35ns

- **percorso C:**

td= 10ns+15ns = 25ns

- **percorso D:**

td= 10ns+30ns+15ns = 55ns

- **percorso E:**

td= 10ns+30ns+15ns = 55ns

Il tempo di propagazione massimo che si ottiene della rete combinatoria di **figura 18** risulta quindi essere di 55ns, ottenuti seguendo il percorso D ed E. Il percorso C risulta, ovviamente quello con il tempo di propagazione più basso, essendo costituito da due porte logiche, anziché tre come per gli altri percorsi.

CONCLUSIONI

In questa quinta puntata del corso di elettronica digitale abbiamo analizzato alcune delle principali applicazione dei circuiti a logica combinatoria, riportando diversi esempi di circuiti integrati commerciali a media scala di integrazione. Con questa puntata concludiamo l'analisi dei circuiti combinatori, caratterizzati dalla proprietà che lo stato logico delle uscite in un dato istante è funzione solamente della configurazione logica presente agli ingressi nello stesso istante. Dalla prossima puntata ci occuperemo dei circuiti logici sequenziali, in cui le uscite oltre a dipendere dal valore assunto dagli ingressi in quello stesso istante, dipendono dallo stato delle uscite assunto in istanti precedenti. Tale caratteristica, porta a definire i circuiti sequenziali come circuiti di *memoria*. ❑

CODICE MIP 500130

Wind River
conforme alle specifiche Linux

Wind River Systems ha annunciato di essere il primo fornitore sul mercato a soddisfare le richieste delle specifiche Carrier Grade Linux (Cgl) 4.0 definite da Linux Foundation, ed esigono che l'azienda che registra il suo software Linux risponda a ben 135 requisiti obbligatori stabiliti dalle specifiche stesse. La piattaforma Network Equipment, Linux Edition 2.0, di Wind River, è la prima distribuzione Linux per sistemi di telecomunicazione a soddisfare tali requisiti ed è immediatamente disponibile agli sviluppatori.

CODICE MIP 900488

FACILE: L'ALLARME CHE PARLA

Logisty, leader nel mercato degli impianti d'allarme senza fili, presenta la nuova Centrale d'allarme FACILE in sintesi vocale della linea LogistyExpert. Centro decisionale dell'impianto, la centrale è molto semplice da installare e programmare. Riceve le informazioni dai rivelatori, dalle tastiere e dai telecomandi. È inoltre dotata di sirena incorporata che avverte tempestivamente in caso di intrusioni indesiderate. Flessibile e intuitiva nell'uso. Caratteristica saliente di FACILE è il collegamento radio TwinBand, innovativa tecnologia che garantisce la trasmissione delle informazioni anche in caso di disturbi o interferenze. La centrale gestisce fino a 15 rivelatori su 2 zone indipendenti: la funzione di supervisione ne garantisce il riconoscimento, informando sullo stato di ognuno. In caso di mancata ricezione del segnale di supervisione, comunica l'anomalia tramite messaggio vocale non solo in lingua italiana ma anche in tedesco, inglese, francese e spagnolo.

CODICE MIP 900495

di GIOVANNI DI MARIA

INTERFACCIARE IL PC *con il mondo esterno*

Da questo mese parte una serie di semplici tutorial che spiegano, in modo chiaro ed elementare, le metodologie che consentono di collegare un Personal Computer a qualsiasi altra apparecchiatura esterna, tramite microcontrollore

Sono sempre più i lettori che, creando i loro prototipi a microcontrollore, hanno l'esigenza di collegarli al proprio personal computer. Grazie alle loro richieste, alle loro e-mail e ai forum del settore, è stato possibile intraprendere questo piacevole cammino verso ciò che è definito: interfacciamento del PC con il mondo esterno.

Ecco alcune classiche situazioni in cui il più delle volte si trova il progettista e l'hobbista di elettronica:

- egli ha realizzato un termometro tramite un microcontrollore. Funziona egregiamente, visualizza la temperatura attraverso dei diodi a 7 segmenti. E' perfetto! Sarebbe però più conveniente collegarlo ad un personal computer per ottenere grafici dell'andamento giornaliero, un report di logging e la memorizzazione dei dati su hard disk;
- ha costruito un banco di luci e vorrebbe comandarlo attraverso il personal computer, premendo con il mouse i relativi pulsanti.

Questi semplici esempi delineano uno scenario che si verifica spesso in elettronica. Sono queste le esigenze che incontrano la maggioranza dei progettisti: il poter collegare le loro apparecchiature ad un personal computer, comandandole attraverso un opportuno software realizzato ad hoc. Il presente tutorial, formato da alcune puntate, ha proprio lo scopo di insegnare, in maniera semplice e veloce, la realizzazione dei collegamenti fisici e logici tra le due parti, nonché la produzione dei software necessari, sia dal lato PC che dal lato del prototipo.

Un mini corso dunque ideato soprattutto per i principianti, ma utile anche ai più "bravi", che troveranno utili spunti e idee per migliorare le proprie apparecchiature. La terminologia è espressa in maniera comprensibile, senza usare, almeno all'inizio, termini esageratamente tecnici.

Figura 1: un PC collegato ad apparecchiature esterne.

LO SCHEMA BASE

Che il sistema sia semplice o complesso, esso prevede alcune parti fondamentali che svolgono funzionalità ben precise:

- il Personal Computer, che naturalmente è la parte fondamentale del sistema. Esso ha la facoltà di elaborare e visualizzare le informazioni provenienti dall'esterno ovvero la sua funzionalità può essere limitata semplicemente all'invio di comandi ed azioni;
- il Software (lato PC) che ha un duplice scopo: quello di attuare una classica applicazione di gestione e anche di "instaurare" un collegamento logico con il mondo esterno;
- le porte del PC sono certamente presenti su qualsiasi computer, e permettono lo scambio delle informazioni con altre apparecchiature ad esso collegate. Ricordiamo le più importanti, la porta parallela e la seriale, delle quali ci occuperemo nel presente tutorial.

Pure se definite ormai obsolete, la maggioranza dei PC, anche di nuova produzione, ancora le utilizzano;

Figura 2: schema BASE di un'applicazione PC - Apparecchiatura.

- il microcontrollore, rappresentato naturalmente dall'unità di elaborazione secondaria. La sua potenza è ovviamente di molto inferiore a quella di un personal computer;
- il Software (lato Apparecchiatura esterna) che ha un duplice scopo: quello di "instaurare" un collegamento logico con il personal computer e quello di gestire la rilevazione dati ovvero il pilotaggio di dispositivi esterni, anche di potenza;
- le porte del microcontrollore sono, seppur di numero limitato, utili e controllabili a piacimento dal software in esso implementato;
- l'interfaccia, che è formata da un canale hardware di comunicazione tra le due parti. Nella maggior parte dei casi ha lo scopo di adattare i livelli di tensione, non sempre compatibili, o adeguare le impedenze intrinseche dei circuiti;
- il cavo di collegamento, che ha lo scopo di collegare fisicamente i due dispositivi. Potrebbe rappresentare un problema quando la sua lunghezza comincia a farsi considerevole.

IL PC COLLEGATO AD UNA APPARECCHIATURA ESTERNA

E' sicuramente la realizzazione "ideale" quella di prevedere il collegamento del personal computer alle apparecchiature elettroniche, sia realizzate in casa che acquistate già pronte. Solitamente si tratta di strumentazioni "satelliti" che effettuano il loro lavoro misurando grandezze fisiche o elettriche e che infine comunicano i risultati al calcolatore centrale, effettuando le elaborazioni finali. Si potrebbe trattare anche di pannelli di potenza, come fonte luci o attuatori di vario genere ed opportunamente optoisolati, comandati con precisione dal computer. Trattando per vie generali tali problematiche, vediamo di tracciare una prima casistica di applicazioni che prevedono proprio il collegamento fisico e logico tra Personal Computer e apparecchiatura esterna:

- stazioni metereologiche;
- bilance elettroniche;

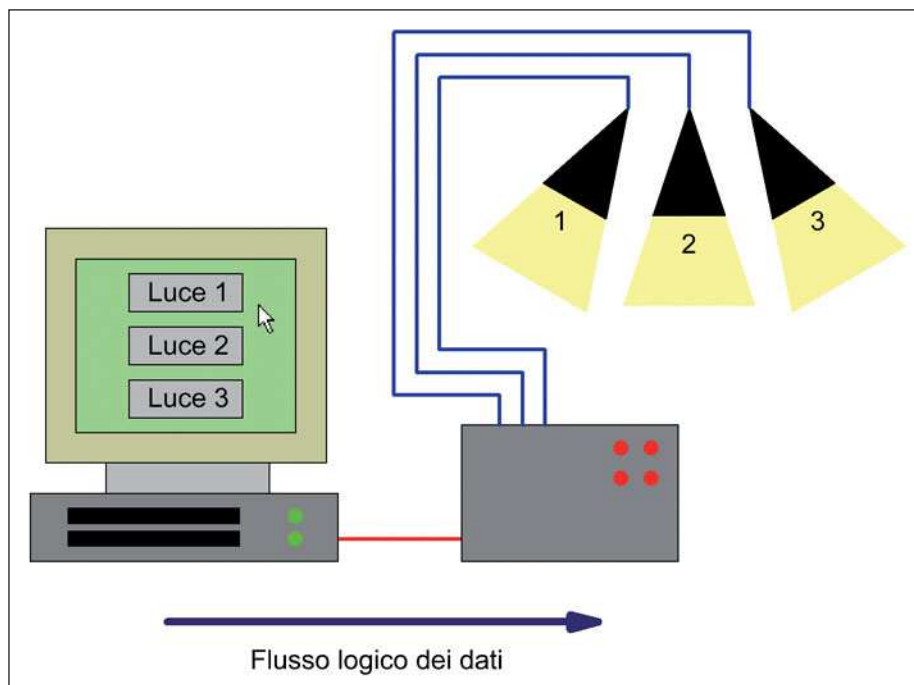



Figura 3: un PC che comanda un'apparecchiatura esterna.

- mixer digitali;
- strumenti da laboratorio;
- strumentazione medica;
- registratori di cassa;
- databank e telefonini;
- strumenti di misura elettronici;
- videogiochi con periferiche esterne;
- apparecchiature radio per ricezione dati e immagini;
- strumentazione scientifica e di rilevazione;
- sensori di misurazione ottica;
- centraline di vario genere;
- Easy Pic e Study Board;
- strumenti di taglio e disegno meccanico;
- e moltissimi altri.

Non continuiamo ovviamente l'elenco poiché potrebbe facilmente coprire intere pagine, ma vogliamo soffermarci ad evidenziare il fatto che essi, prevedono la presenza contemporanea del personal computer e della strumentazione esterna. Ad esempio, una stazione metereologica professionale, potrebbe essere composta da una o più unità di rilevazione di grandezze fisiche (temperatura, pressione, vento, ecc), un sistema di interfacciamento consono e funzionale, e un personal computer che raccoglie ed elabora le informazioni.

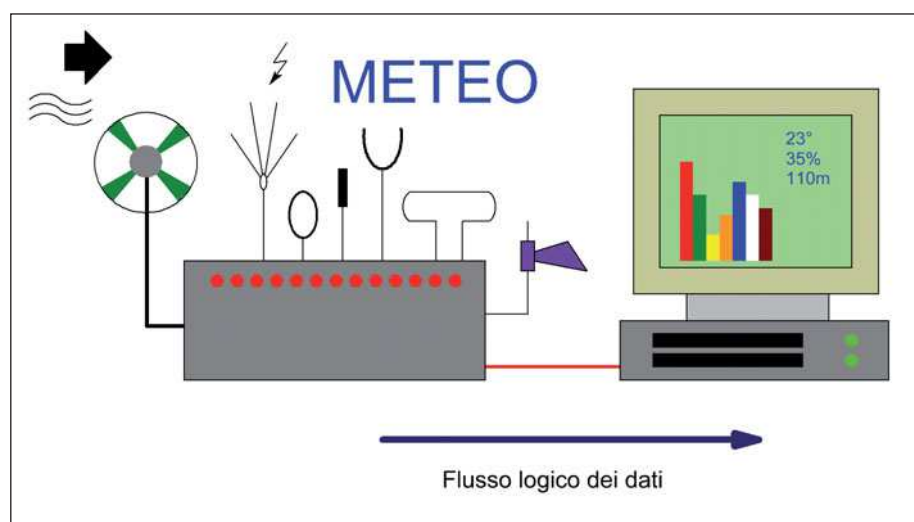



Figura 4: un PC che riceve informazioni da un'apparecchiatura esterna.

Un perfetto gioco di parti che, integrando continuamente le funzionalità, contribuisce ad effettuare una serie di lavori di precisione al servizio dell'uomo.

LE VARIE CONFIGURAZIONI

Secondo la funzionalità svolta dal personal computer, possiamo avere tre tipologie di applicazioni. Definiremo rispettivamente il computer come "trasmittente" e "ricevente", anche se tali corrispondenze non sono tecnicamente adeguate. Contribuiscono però a comprendere bene la funzionalità ed il verso del flusso dei dati coinvolti nelle transazioni.

Il PC "trasmittente" (Master)

In questa ipotesi è il personal computer a effettuare un'operazione di comando verso la periferica esterna. Un opportuno pannello di controllo a video coordina le funzionalità verso la periferica ad essa collegata. Il caso tipico è rappresentato proprio da un'applicazione per il pilotaggio delle luci di un palco per cantanti, ad opera proprio del personal computer. Tra il PC è la strumentazione remota è presente un'interfaccia, che può essere parte integrante del circuito stesso. L'utente, attraverso pulsanti presenti a video, è capace di controllare le luci del palco, agendo solo sui comandi implementati sul software applicativo creato allo scopo.

In questo caso il PC funge esclusivamente da unità di comando. Non ha facoltà di controllo ma le operazioni di disposizioni possono essere opportunamente programmate e temporizzate.
Naturalmente di esempi ne esistono a centinaia. Vi sono applicazioni diversificate per ogni tipo di esigenza lavorativa e tecnica.
In questa prerogativa, l'unità che trasmette i dati, quindi il PC, ha funzionalità di **master**, mentre l'unità remota ha funzionalità di **slave**.

Il PC "ricevente" (Slave)

Quando il PC ha la funzione di "ricevente" si presuppone che a monte di questo vi sia collegata una centralina generica di rilevazione, che invia dati all'elaboratore. Il PC ha allora la funzione di ricevere i dati dall'esterno ed elaborarli. In questo caso il termine elaborazione comprende tutte quelle funzionalità di ricezione dati, memorizzazione, calcolo matematico e previsionale, nonché l'eventuale rappresentazione grafica a video. Un esempio classico di questa casistica è dato da una completa centralina di rilevazione metereologica. Un sensore, opportunamente equipaggiato di sensibili dispositivi di controllo, comunica continuamente ed in tempo reale i propri dati al PC, che li elabora. Come si vede, il computer svolge una funzione di ricezione dati e di analisi, mentre l'apparecchiatura esterna effettua la rilevazione analogica di eventi e relativa trasmissione.

In questo caso, l'unità remota ha funzionalità di **master**, mentre il PC ha funzionalità di **slave**.

Il PC con funzione promiscua

In questo caso il PC funge contemporaneamente da trasmittente e ricevente e praticamente riveste le due funzionalità viste in precedenza. Rappresenta dunque un'unità master e slave nella stessa applicazione.

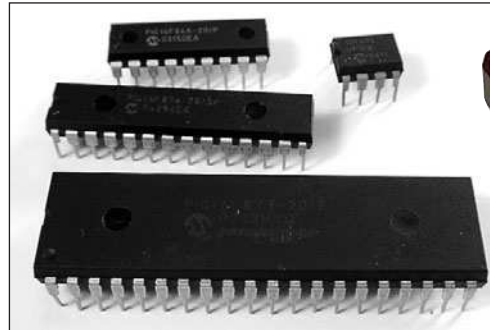



Figura 5: il microcontrollore PIC 16F876 utilizzato.

Figura 6: il PLC modello CB280 utilizzato.

Figura 7: la porta Parallela di un computer.

Figura 8: la porta Seriale di un computer.

I DISPOSITIVI ESTERNI UTILIZZATI NEL PRESENTE TUTORIAL

Andiamo adesso ad esaminare gli ingredienti impiegati nel tutorial. Per dare modo a tutti gli utenti di lavorare a 360 gradi, riteniamo utile impiegare i dispositivi che sono andati per la maggiore nelle pagine della rivista e che hanno riscosso il meritato successo tra l'utenza hobbistica e professionale. Realizzeremo infatti dei prototipi per i seguenti tipi di MCU e PLC:

- microcontrollore PIC 16F876 PIC16F84;
- PLC Cubloc CB280.

Entrambi i dispositivi sono stati trattati in maniera approfondita nelle precedenti puntate e tutti e due prevedono un sistema ADC a 10 bit, utile per le nostre applicazioni. In aggiunta, per il PIC 16F876 e PIC 16F84 sarebbe utile, ma non indispensabile, utilizzare la scheda di sviluppo Easy Pic 3 o 4, vedremo poi perché. Per il Cubloc CB280 è invece caldamente raccomandata l'adozione della scheda Cubloc Study Board.

Figura 9: il compilatore Just Basic per Windows.

LE PORTE DEL COMPUTER

Esaminando il lato "computer" effettueremo i nostri esperimenti utilizzando le due porte classiche più diffuse, cioè quella **parallela** e quella **seriale**. Sono tantissimi ancora i PC che consentono di lavorare su di esse. Anzi, ci permettiamo di dare a tutti un piccolo consiglio: non gettate via i computer un po' "datati", infatti processori obsoleti come Pentium II o III potrebbero risultare utilissimi sia per la sperimentazione specifica che per l'approntamento di un prototipo ufficiale e professionale. Conservate dunque i vecchi computer e rispolverateli dalla vostra soffitta!

Figura 11: l'ambiente di sviluppo Cubloc Studio per Cubloc.

IL COMPILATORE UTILIZZATO (LATO PC)

E' stato un compito arduo quello di scegliere un ambiente di sviluppo semplice, pratico e soprattutto gratuito. La scelta è caduta sul "**Just Basic**", un compilatore ideale per principianti ed esperti, dalle caratteristiche notevoli. Ecco, in breve, una serie di particolarità che rendono questo pacchetto molto potente:

- è un ambiente di programmazione in Basic e da esso eredita tutte le caratteristiche intrinseche;
- è completamente GRATUITO per utilizzo personale e applicazioni commerciali;
- dispone di un editor con testo colorato in relazione ai diversi tipi di codice;
- ha possibilità di creare programmi in modo testo o applicazioni a finestre GUI, con una semplicità straordinaria;
- gestisce numeri a precisione illimitata;
- include un debugger a livello sorgente con implementazione dei breakpoints;
- gestisce gli "sprites" per la creazione di piccoli videogiochi;
- dispone di istruzioni per la gestione dei files MIDI e WAVE;
- dispone di un editor personalizzabile di GUI;
- ha un help in linea molto completo;
- e soprattutto supporta in pieno la gestione della porta seriale con protocollo RS232.

Questo piccolo prospetto ci fornisce subito un'idea della potenza straordinaria di questo sistema di sviluppo. Esso può essere scaricato liberamente dal sito http://www.justbasic.com. In ogni caso, con qualche modifica ai codici sorgenti, si può adattare il progetto anche per altri tipi di compilatore.

Tutto ciò riconduce ad un unico fatto: i programmi sorgenti scritti per il PC, il PIC ed il Cubloc adottano il linguaggio Basic, realmente semplice ed immediato. Proprio alla portata di tutti.

IL COMPILATORE UTILIZZATO (LATO MCU)

Dal momento che saranno utilizzati due dispositivi "intelligenti", verranno usati altrettanti compilatori e sistemi di sviluppo, anch'essi esaminati nelle precedenti puntate della rivista:

- il Mikrobasic per la programmazione del PIC 16F876;
- il Cubloc Studio per la programmazione del Cubloc CB280.

Entrambi possono essere liberamente scaricati da internet. Il Mikrobasic, ricordiamolo, è disponibile in versione limitata mentre il Cubloc Studio è completamente libero.

CONCLUSIONI

Termina qui la prima puntata del presente tutorial. Raccomandiamo di non perdere le successive, in quanto sono indispensabili per la comprensione della problematica. ❑

CODICE MIP 500127

di FEDERICO BATTAGLIN

TUTORIAL

Un tutorial che vi guiderà all'uso dei PIC32, la nuova famiglia di microcontrollori Microchip a 32bit

Con il presente articolo inizierà un tutorial alla scoperta dei nuovi e potenti microcontrollori a 32 bit di casa Microchip, siglati non a caso PIC32.
Il tutorial è strutturato in modo tale da poter acquisire maggiore confidenza con il PIC32, grazie a una pianificazione degli argomenti come elencato di seguito:
- panoramica sui prodotti offerti, che spaziano dai microcontrollori fino ai prodotti per l'elettronica analogica;
- approfondimenti sui microcontrollore con particolare enfasi ai PIC32;
- architettura, caratteristiche, punti di forza dei nuovi microcontrollore;
- tools a disposizioni: hardware e software;
- esempi in assembler utili per poter utilizzare i nuovi PIC32;
- librerie in C disponibili;
- esempi utilizzando le librerie in C.

MICROCONTROLLORI

I microcontrollori PIC, a qualunque famiglia appartengano, sono basati sull'architettura Harvard e sono di tipo RISC. In funzione della dimensione del bus, i pic possono essere raggruppati in 3 categorie: 8, 16 e 32 bit **(vedi tabella 1)**.

8 BIT.

I microcontrollori ad 8 bit, sono dotati di una grande varietà di periferiche tra queste si trovano l'USB (device) e l'Ethernet, in genere appannaggio di dispositivi di fascia più alta, almeno 16 bit, non solo in termini di performance e costo, ma anche di complessità di programmazione.

16 BIT.

Nella fascia dei 16 bit sono presenti sia i microcontrollori considerati evoluzione degli 8 bit, sia i controllori di elaborazione digitale del segnale, tipicamente indicati dalla sigla di DSC (Digital Signal Controller). I DSC, hanno caratteristiche particolari e specifiche per l'elaborazione dei segnali (filtraggio numerico, analisi di Fourier, ecc). Esistono delle ottime librerie utili a semplificare il lavoro di scrittura del firmware.

32 BIT.

La fascia più alta, in termini di prestazione, è quella a 32 bit, con i nuovissimi PIC32. In prima analisi può essere utile analizzare la **tabella 2** in cui sono presenti le caratteristiche salienti.
E' da tenere conto che le caratteristiche riportate sono in continua evoluzione.

CARATTERISTICHE GENERALI DEI PIC32

Le novità introdotte nella famiglia Pic32 sono le seguenti:
- ampia dotazione di memoria, che nella prima release arriva fino a 512KB, in linea con quello che il mercato chiede, e sufficiente per un buon numero di applicazioni;
- buona dotazione di memoria ram che arriva fino a 32KB, in cui è possibile addirittura fare girare il programma, caratteristica utile per eseguire agevolmente aggiornamenti firmware da remoto;
- frequenza di sistema che arriva a 80 MHz assicurando prestazione pari a 1,5 DMIPS/MHz;
- core basato sull'architettura M4K della casa MIPS, cosa che vedremo più avanti;

TIPO (BUS)	FAMIGLIE
8 bit	PIC10, PIC12, PIC14, PIC16, PIC16 e PIC18 Il PIC18 ha le prestazioni confrontabili con microcontroller a 16 bit
16 bit	PIC24F, PIC24H, dsPIC30 e dsPIC33 Il dsPIC33 ha le prestazioni confrontabili con i microcontroller a 32 bit
32 bit	PIC32

Tabella 1: suddivisione delle famiglie di pic in base al bus.

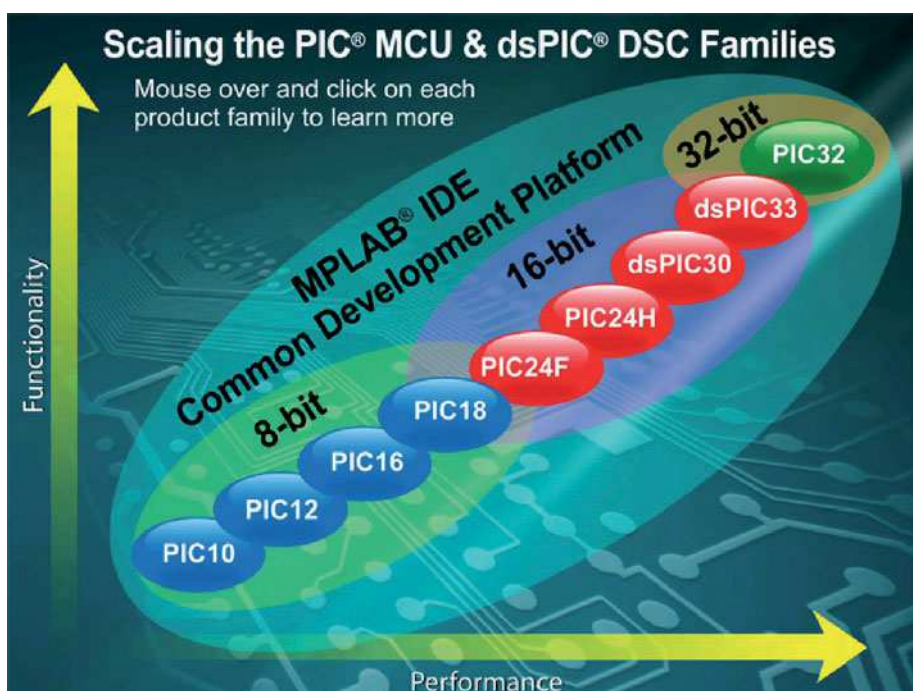



Figura 3: la road map dei microcontrollore PIC.

- porta parallela a 16 bit (anziché ad 8 bit come nelle precedenti famiglie) utile anche per poter pilotare direttamente display LCD a colori fino a QVGA (320x240) di risoluzione; per questa applicazione, non è da dimenticare la disponibilità di librerie firmware per la gestione dei display anche a colori;
- porta USB client, host e OTG (On The Go);
- periferiche compatibili con la famiglia a 16 bit;
- disponibilità di librerie e pacchetti software per la gestione dello stack TCP/IP, USB Device, Host per facilitare la scrittura dei propri applicativi;
- compatibilità dei tools hardware con le famiglie precedenti: è possibile utilizzare il famoso ICD2 (In Circuit Debug, versione 2) semplicemente aggiornando il firmware.

Come si può capire, le premesse sono interessanti per il buon futuro di questo prodotto, soprattutto visto che non dovrebbe essere troppo traumatico passare da 16 a 32 bit, a livello di firmware scritto in C. Ovviamente per firmware scritti in assembler, le cose sono un po' diverse, purtroppo un po' più complicate.

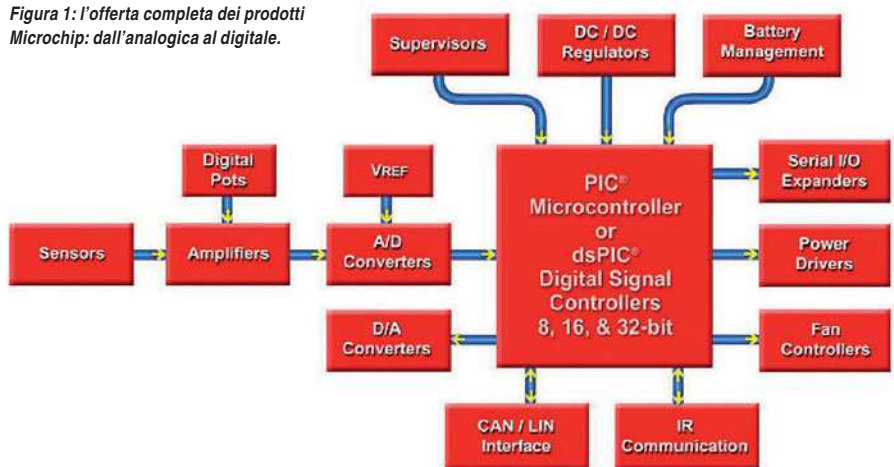
FUNZIONALITA'	CARATTERISTICHE
Tipo di memoria programma	flash
Quantità memoria programma	fino a 512KB
Quantità di memoria RAM	fino a 32KB
Quantità di memoria EEPROM	emulabile in flash
Frequenza di funzionamento	fino a 80MHz
Periferiche analogiche	convertitori A/D da 8 a 12 bit, convertitori D/A
	a 16 bit, comparatori analogici, generatore
	di tensione di riferimento
Periferiche di comunicazione	USART, SPI, IIC, porta parallela per LCD, LIN,
	CAN, USB Device, USB Host, USB OTG
Altre periferiche digitali	compare, capture, PWM, timer fino a 32 bit,
	RTCC, oscillatore interno, encoder digitale,
	CRC, DMA, nanoWatt, moltiplicatore
	e divisore hardware, ICSP, JTAG
Pin per package	da 64 a 100

Tabella 2: periferiche e caratteristiche dei pic a 32bit.

CORE

Il "core", traducibile in italiano con "nucleo". In questo caso, come abbiamo già visto, il core è basato su un'architettura a 32 bit, ma sul mercato ce ne sono diverse che si possono distinguere in proprietarie della singola casa e in generiche. L'architettura di un micro a 32 bit, molto conosciuta, è basata sulla tecnologia ARM, acronimo di Advanced Risc Machine. Microchip, non volendo per ora sviluppare un "core" proprietario, ha scelto un'architettura M4K **(figura 4)** della casa MPIS Technologies.

Ecco le caratteristiche del core M4K:

Figura 1: l'offerta completa dei prodotti Microchip: dall'analogica al digitale.

- core sintetizzabile a 32 bit di tipo RISC;
- pipeline a 5 stadi per buon compromesso in termini di parallelismo dell'esecuzione delle istruzioni;
- frequenza massima di 400MHz con l'efficienza di 1,5DMIPS/MHz; dove la lettera D indica Dhrystone;
- hardware ottimizzato per il risparmio energetico assicurando un massimo di 0,21mW/MHz;
- possibilità di gestione di una memoria statica SRAM esterna;
- bus dati e indirizzi a 32 bit per l'interfacciamento ad un coprocessore esterno;
- potenti istruzioni anche per la manipolazione dei singoli bit;
- supporto di complessi triggers e breakpoint per una maggiore flessibilità di debugger;
- tecnologia di 130 nm per un'area massima di 0,64 mm^2.

Ora spostiamo la nostra attenzione su tutto ciò che contorna il "core", ovvero sulle periferiche che permettono al microcontrollore di interfacciarsi con il mondo esterno, sia esso analogico che digitale. Nel caso del Pic 32 le periferiche sono le seguenti:

Periferiche analogiche:

- fino a 16 canali multiplexati a 10bit per una velocità massima di 500KSps;
- n°2 comparatori analogici;

Periferiche digitali:

- potenti operazioni a livello di bit;
- USB 1.1 e 2.0 con funzionalità di OTG (On The Go);
- n° 4 canali avanzati di DMA, più uno addizionale dedicato all'USB;
- n° 2 moduli di comunicazione IIC;
- n°2 moduli di comunicazione UART per il supporto di: RS232, RS485, LIN 1.2 e IrDA con il supporto hardware della codifica e decodifica;
- porta parallela di tipo master o slave a 8 o 16 bit di dati e fino a 16 bit di indirizzi;

Figura 5: diagramma a blocchi del PIC32.

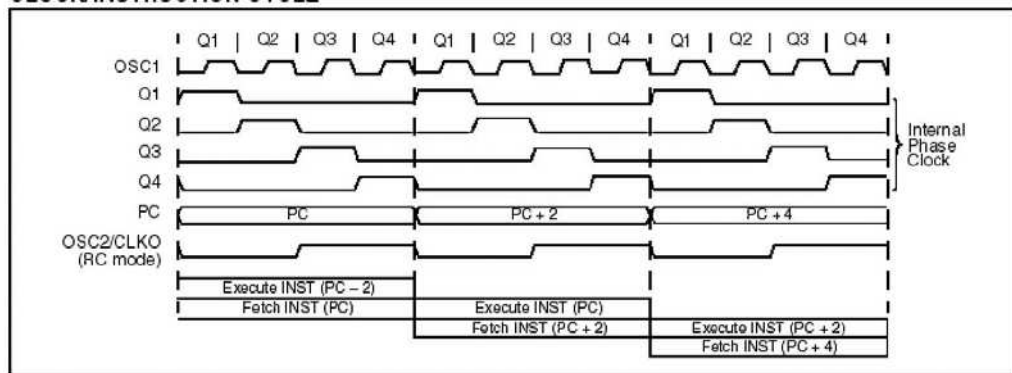
- modulo RTCC (Real Time Clock and Calendar), ovvero orologio datario a livello hardware;
- n° 5 timer a 16 bit con possibilità di concatenamento fino a 32 bit;
- n° 5 ingressi di capture;
- n° 5 uscite di compare e PWM;
- n° 5 ingressi esterni di interrupt;
- alta corrente per tutti i pin di I/O (fino a 18mA);
- possibilità di configurazione avanzata di ciascun pin I/O (per esempio uscita open drain);
- ingressi tolleranti al voltaggio di 5Volt.

In generale la famiglia Pic32 è caratterizzata da:

- voltaggio operativo da 2,3 a 3,6Volt;
- memoria programma di tipo flash da 32KB a 512KB con l'aggiunta di 12KB di boot;
- compatibilità con i micro a 16 bit di tipo PIC24 e dsPIC;
- diverse modalità di gestione dell'alimentazione e dei consumi;
- interrupt di tipo vettoriale con la possibilità di scegliere singolarmente diversi livelli di priorità;
- monitor dell'oscillatore esterno per garantire la continuità di funzionamento;
- due tipi di connessione per la programmazione e per il debug: a 2 linee ICSP e a 4 linee JTAG (compatibile anche con il Boundary Scan);
- avanzate funzionalità di trace per il debug.

INSTRUCTION SET

CISC: Acronimo di Complex Istruction Set Computer, indica il numero di istruzioni rese disponibili dal microcontrollore che può essere elevato arrivando anche a centinaia. Questo, rende veloci complesse operazioni in assembler e

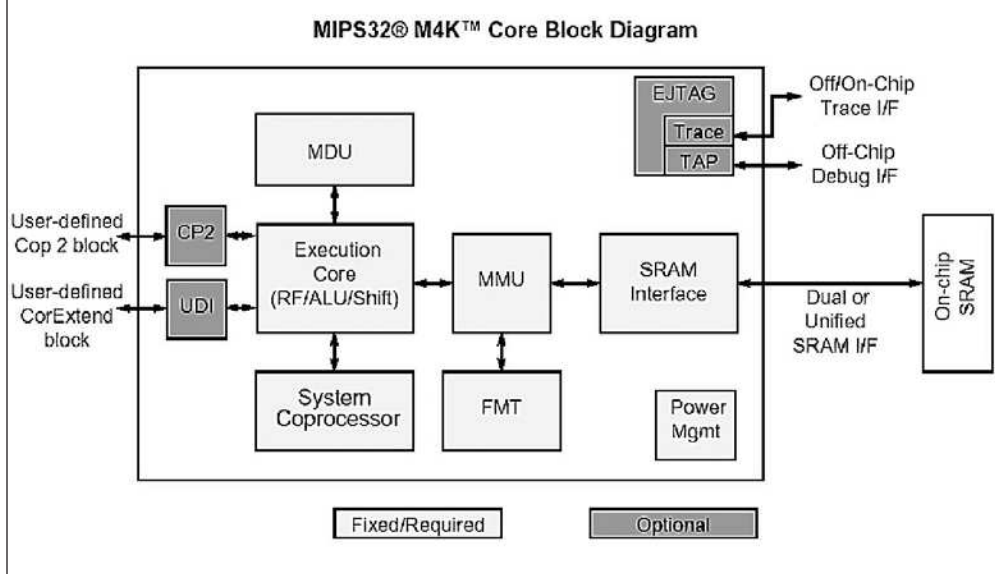
Figura 2: immagine tratta da un data sheet di Microchip e che illustra la Pipeline.

GLOSSARIO

EEPROM: *Electrical Erasable Programmable Read Only Memory. Con questa sigla si fa riferimento alla memoria a sola lettura, programmabile e cancellabile elettricamente. E' molto utile per la memorizzazione dei parametri e altre costanti.*

ICSP: *In-Circuit-Serial-Programming. Il metodo della programmazione seriale In-Circuit non richiede la rimozione del chip dalla scheda. Questo è un notevole vantaggio in quanto è possibile programmare il chip vergine già uscito dalla produzione oppure da remoto. Sono necessari 2 fili per i dati, 2 linee di alimentazione e uno per il reset.*

OTP: *One Time Programmable. Con questa dicitura si indica una memoria programmabile una sola volta. Il suo costo è molto basso rispetto alla Flash, ma un errore lo si paga caro: chip da buttare.*

USART: *Universal Synchronous Asynchronous Receiver and Trasmitter. La comunicazione asincrona o sincrona half o full duplex è uno standard di provenienza dal mondo industriale: RS232 e RS485 si basano proprio sulla comunicazione seriale asicncrona.*

Figura 4: diagramma a blocchi del core M4K.

privilegia una riduzione di occupazione dello spazio in memoria. Lo svantaggio è di una maggiore complessità circuitale, in un numero elevato di cicli di clock per l'esecuzione di una singola istruzione, arrivando anche a qualche decina!
Un microcontroller CISC è implementato usando un'architettura di tipo VonNeuman. RISC: Acronimo di Reduct Instruction Set Computer che invece significa che il numero di istruzioni disponibili è ridotto, scendendo ad un massimo che varia da 30 a 70, almeno per la famiglia PICmicro. Il vantaggio è una maggiore velocità in quanto, abbinando l'architettura Harvard e utilizzando la tecnica della Pipeline, la maggior parte delle istruzioni viene eseguita in un solo ciclo di clock! Inoltre l'implementazione su silicio è più semplice, almeno per la gestione delle istruzioni. Lo svantaggio è che, essendoci poche istruzioni, queste sono molto semplici e così per eseguire calcoli complessi sono necessarie diverse istruzioni, in genere di più rispetto al caso di un microcontroller CISC.

CONCLUSIONI

Si conclude qui la prima parte del tutorial, che risulterà essere fondamentale per poter sfruttare a pieno le potenzialità di questa famiglia di microcontrollori. Nelle prossime puntate del corso si analizzerà: l'ambiente di sviluppo proprietario Microchip MPLAB, la programmazione del pic ad alto livello (compilatore C32), le librerie di supporto fornite da Microchip già pronte all'uso, e l'implementazione pratica di alcuni esempi. Un tutorial ricco di novità che permetterà di sfruttare le enormi innovazioni che questa famiglia di pic ci offre, non perdetevi le prossime puntate. ❏

CODICE MIP 500120

I COMPONENTI *passivi*

In questo articolo, di valido aiuto a chi si appresta alla conoscenza dei circuiti elettronici, si spiega il comportamento delle capacità e delle induttanze sia in continua che in alternata

Si definiscono passivi quei componenti elettronici che non eseguono sulla tensione ad essi applicata alcuna amplificazione, ma soltanto una modifica di ampiezza e/o di fase. Sono passivi i resistori, i condensatori e gli induttori che d'ora in poi chiameremo resistenze, condensatori e induttanze senza stare a sottilizzare fra una definizione e l'altra. La **tabella 1** propone la relazione esistente fra corrente e tensione in ciascuno dei tre componenti. Poiché si presume che il lettore conosca già i fondamentali dell'elettrotecnica generale (legge di Ohm, teoremi sulle reti, ecc,) qui ci soffermeremo su alcuni circuiti di più diffuso impiego iniziando dalle configurazioni RC e RL, completando l'esposizione con la relazione di fase esistente nei circuiti puramente capacitivi (ossia costituiti soltanto da una capacità), puramente induttivi (ossia costituiti soltanto da un'induttanza) e puramente resistivi evidenziando il loro diverso comportamento a secondo che siano sollecitati da una tensione continua o da una tensione alternata. Per quanto concerne le resi-

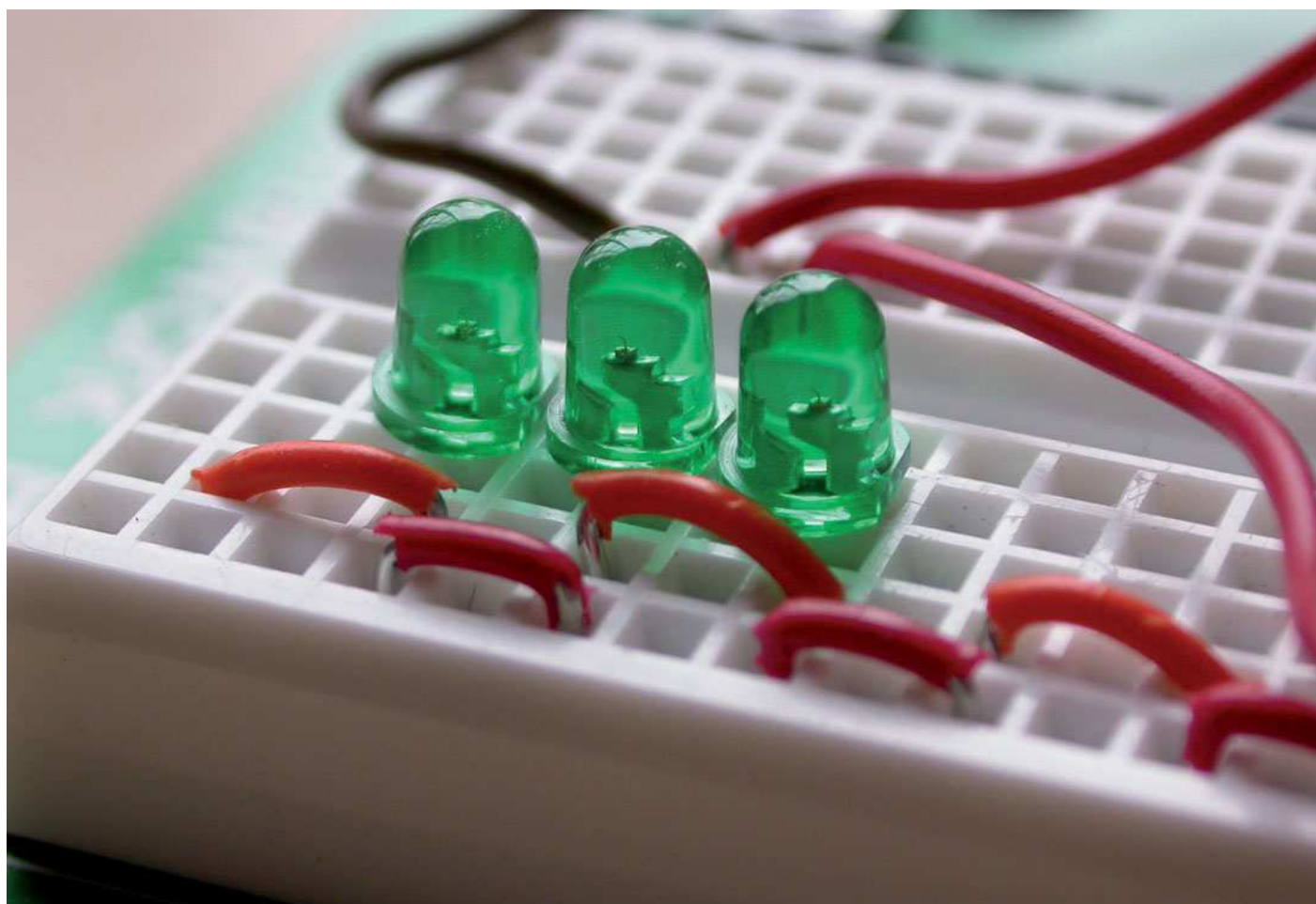
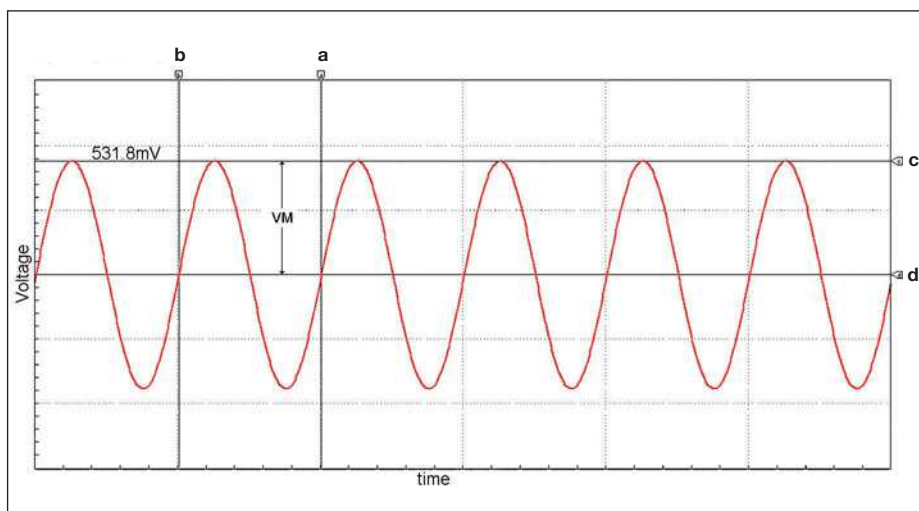



Figura 2a: applicando ad un circuito CR con R = 1 kΩ e C = 1 μF una tensione di 1 V di picco alla frequenza di 10 Hz si ha in uscita un segnale di ampiezza pari a circa 532 mV.

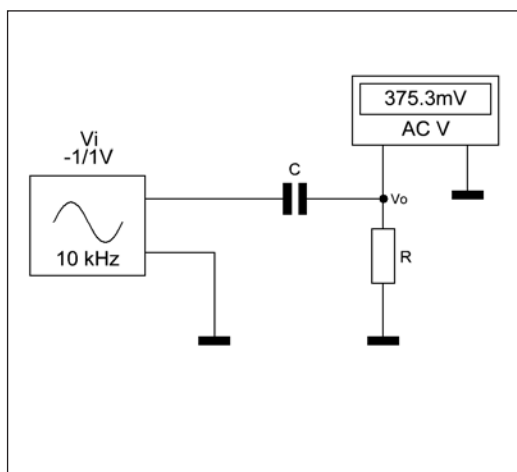



Figura 2b: il voltmetro indica ai capi della esistenza R una tensione V_o di valore efficace pari a 375,3 mV.

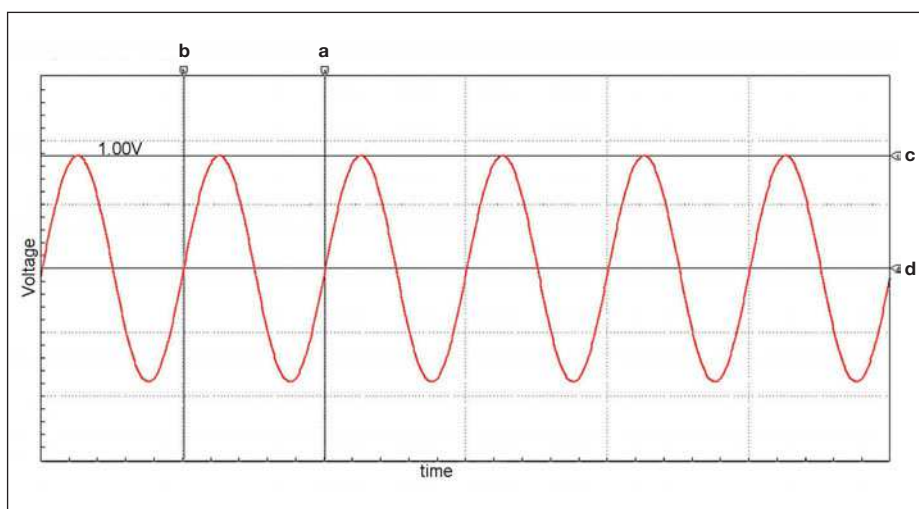
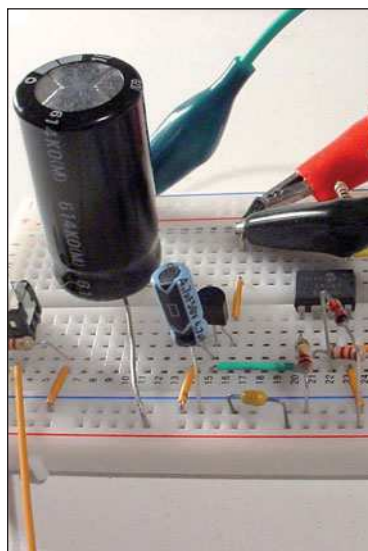



Figura 3: applicando ad un circuito CR, sempre con R = 1 kΩ e C = 1 μF, una tensione di 1 V di picco alla frequenza di 10 kHz si ha in uscita un segnale di ampiezza pressoché eguale all'ampiezza del segnale applicato.

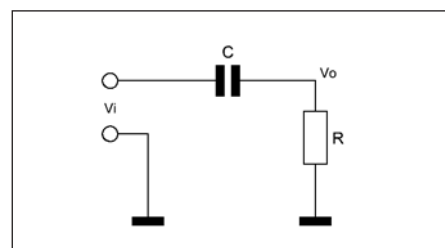



Figura 1: circuito CR.

stenze il loro comportamento è pressoché indifferente dal tipo di segnale applicato nel senso che il loro valore ohmico non subisce alterazioni (anche se alle alte frequenze dovrebbe prendersi in considerazione l'effetto pelle - skin effect - che qui, almeno per il momento, tralasciamo). Diverso è il comportamento dei condensatori e delle induttanze che, a secondo della frequenza del segnale applicato, modificano quella che viene chiamata impedenza che, in parole povere, indica la resistenza che essi oppongono al passaggio della corrente in funzione, per l'appunto, della frequenza.

LA CAPACITÀ

In qualsiasi testo di elettrotecnica si legge che l'espressione dell'impedenza di un condensatore, detta reattanza capacitiva, è:

$X_c = 1 / (2 \pi f C)$ [1]

Come si può constatare questa reattanza è funzione oltre che del valore della capacità C del condensatore anche della frequenza f. Il parametro f è a denominatore del secondo membro e ciò implica che all'aumentare della frequenza la X_c diminuisce e, viceversa, al diminuire della frequenza la X_c aumenta.

In termini pratici quando la frequenza tende a valori elevati (si dice per f tendente all'infinito e si indica con la notazione $f \rightarrow \infty$) la reattanza del condensatore tende a zero, mentre quando la frequenza tende a zero (ossia per $f \rightarrow 0$) la reattanza diviene infinita.

Esempio

Si consideri il semplice circuito della **figura 1** costituito da un condensatore di capacità C e da un resistore di resistenza R. Se la tensione V_i in ingresso è una tensione continua, la cui frequenza si assume quindi essere pari a zero ($f = 0$), per quanto appena detto il condensatore presenterà una reattanza infinita e pertanto

GLOSSARIO

CONDENSATORE: *il condensatore o capacitore è un componente elettrico che immagazzina l'energia in un campo elettrostatico, accumulando al suo interno una certa quantità di carica elettrica. Nella teoria dei circuiti il condensatore è un componente ideale che può mantenere la carica e l'energia accumulata all'infinito, se isolato (ovvero non connesso ad altri circuiti), oppure scaricare la propria carica ed energia in un circuito a cui è collegato.*

INDUTTANZA: *l'induttanza è una grandezza fisica tipica dell'induttore, un componente passivo in grado di accumulare energia in una campo magnetico. Un induttore è tipicamente costituito da un avvolgimento che può essere realizzato sia in aria che su materiale di varia natura.*

ai capi della resistenza R non vi sarà alcuna tensione [se non nell'istante dell'inserzione della tensione V_i (regime transitorio) nel quale tutta la V_i si trova ai capi di R.

Poiché via via che aumenta la frequenza da zero ad un valore teoricamente infinito la reattanza, come indica l'espressione [1] tende a zero, ci sarà un valore della frequenza f, a parità di C e R, per il quale tutta la tensione V_i si troverà ai capi di R.

In simulazione al computer, posto R=1kΩ e C = 1 μF, applicando una tensione V_i di 1 V di picco alla frequenza f = 10 Hz, si ricava la tensione V_o di uscita esposta nel diagramma della **figura 2a** dove si vede che il valore di picco (V_M) della V_o, indicato dalla posizione reciproca dei marker orizzontali *c* e *d*, è di 531,8 mV. Si noti che la posizione reciproca dei marker verticali

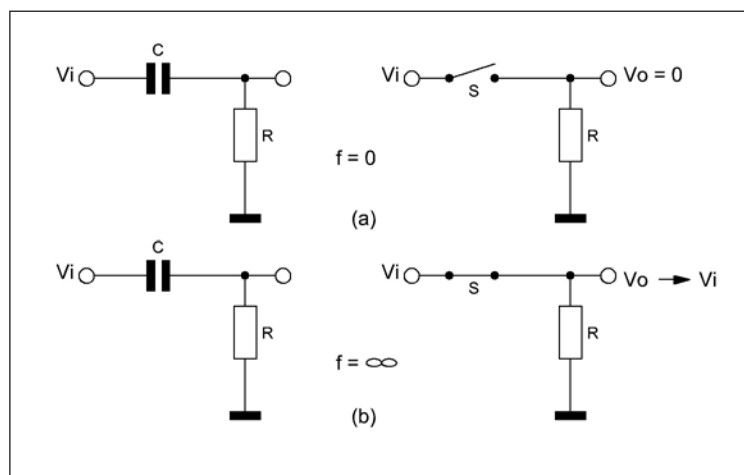



Figura 4: schemi riassuntivi del comportamento di una capacità per le due condizioni estreme f = 0 e f → ∞.

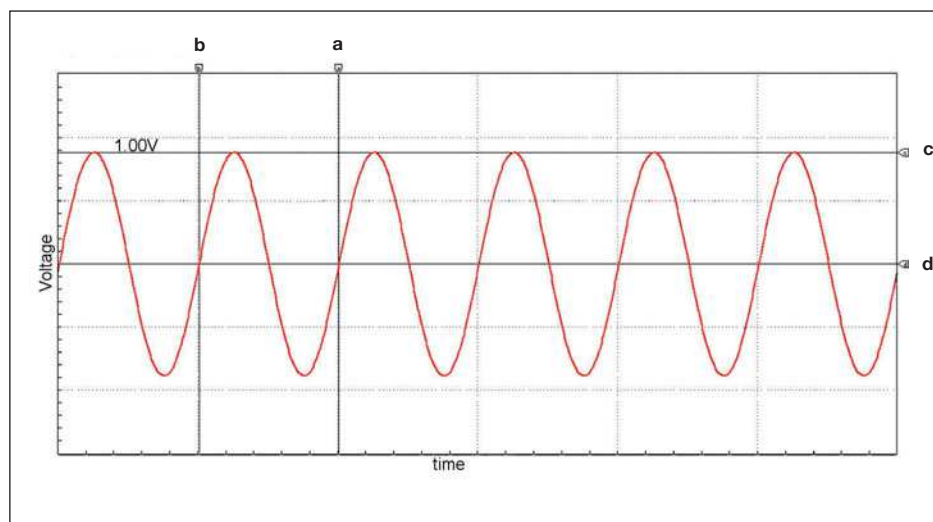



Figura 6: per L = 1 mH, R = 1 kΩ e Vi = 1 V di picco e frequenza f = 10 Hz, nel circuito di cui alla figura 5 si ha una V_o = 1 V di picco, ossia una Vo di ampiezza pressoché eguale alla V_i applicata.

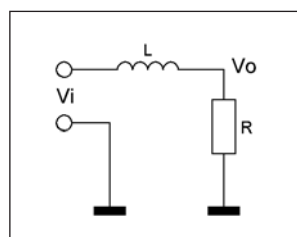



Figura 5: circuito RL.

a e *b* indica la frequenza f = 10 Hz. Il voltmetro in alternata - **figura 2b** - indica il valore efficace della V_o.

Poiché:

V_{oeff} = 0,707 V_M [3]

si ha:

V_{oeff} = 0,707 × 531,8 ×10^{-3} = 375,9 mV

Il voltmetro indica infatti V_{oeff} = 375,3 mV.

Se ora, fermi restando i valori dei componenti passivi, si porta la frequenza della V_i a 10 kHz, per la V_o si ottiene il diagramma di cui alla **figura 3a** dove si vede che adesso il valore di picco della V_o ai capi della resistenza R è pressoché eguale al valore della V_i applicata (1 V). Si legge, infatti: (c - d) = 1 V.

Il voltmetro - **figura 3b** - indica, infatti, una tensione V_o eguale, in valore efficace, a 707 mV così come necessariamente discende dall'espressione [3].

Dalle due prove, f = 10 Hz e f = 10 kHz, si conclude pertanto che all'aumentare della frequenza la reattanza del condensatore, ossia, volgarizzando un po', la resistenza che il condensatore oppone nel trasferimento del segnale dall'ingresso all'uscita, diminuisce sempre più. Ciò porta a concludere logicamente che un condensatore sottoposto ad un segnale a frequenza zero (segnale in continua) si comporta come un blocco per la componente di segnale, ossia come un deviatore aperto o, se si vuole, come un'interruzione del circuito, mentre se la fre-

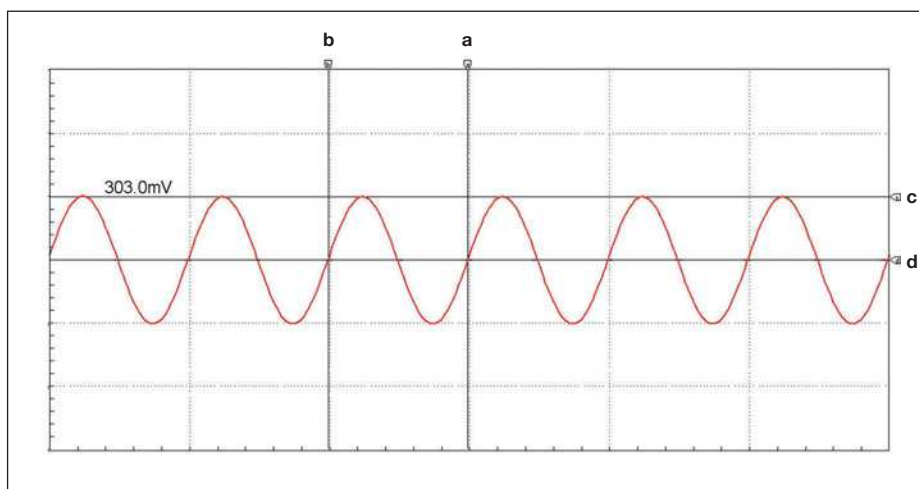



Figura 7: se nel circuito di cui alla figura 5 si porta la frequenza del segnale V_i (1 V di picco) a 500 kHz si ha in uscita una tensione V_o con valore di picco pari a 303 mV.

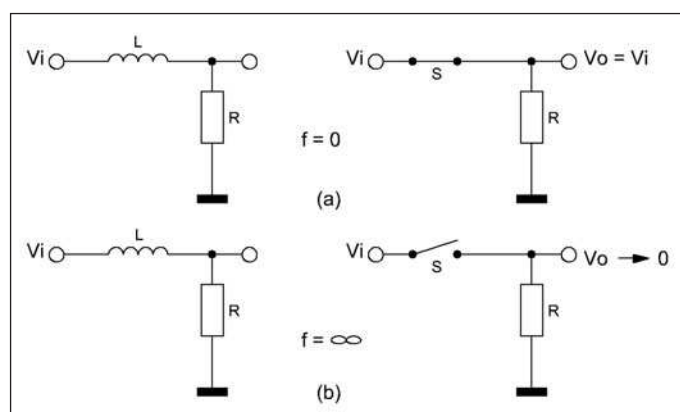



Figura 8: schemi riassuntivi del comportamento di una induttanza per le due condizioni estreme f = 0 e f → ∞.

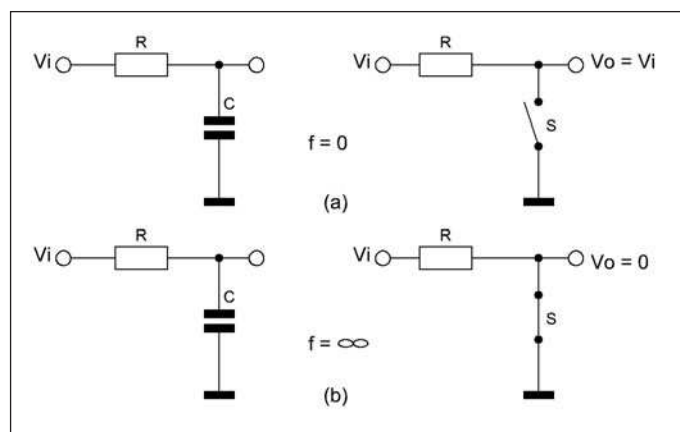



Figura 9: schematizzazione del comportamento della capacità in un circuito RC nel quale la tensione di uscita è ora prelevata ai capi della stessa capacità e per le due condizioni estreme f = 0 e f → ∞.

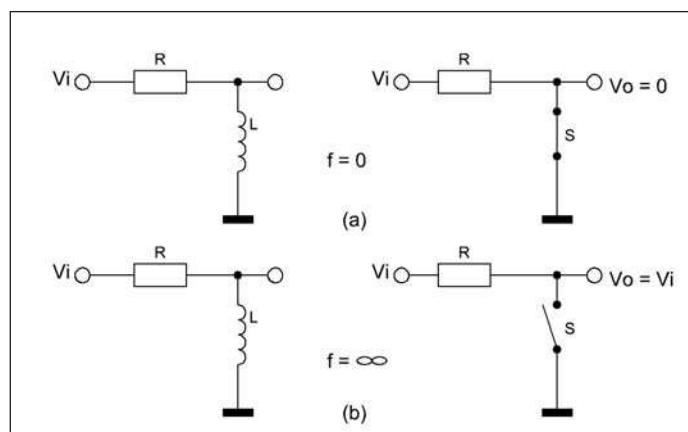



Figura 10: schematizzazione del comportamento dell'induttanza in un circuito RC nel quale la tensione di uscita è ora prelevata ai capi della stessa induttanza e per le due condizioni estreme f = 0 e f → ∞.

quenza tende all'infinito il condensatore si comporta sempre più come un cortocircuito o, se si vuole, come un deviatore chiuso.

Quanto appena affermato è riportato nella **figura 4**. Per $f = 0$ il condensatore costituisce un blocco per il segnale V_i e quindi in uscita la tensione V_o è nulla; per f → ∞ il condensatore si comporta come un deviatore chiuso e quindi la tensione di uscita tende al valore della tensione di ingresso.

Da ciò discende il motivo per cui si pone quasi sempre fra una sorgente di segnale e, per esempio, l'ingresso di uno stadio amplificatore, un condensatore. Quest'ultimo ha la funzione di evitare che un'eventuale componente continua presente nel segnale medesimo si presenti all'input dell'amplificatore.

L'INDUTTANZA

L'espressione della reattanza di un'induttanza (reattanza induttiva) è:

$$X_L = 2 \pi f L \qquad [2]$$

e come la capacità, dipendente dalla frequenza, ma con una differenza sostanziale: la frequenza compare adesso a numeratore del secondo membro e ciò indica che la reattanza induttiva è proporzionale alla frequenza.

In parole povere all'aumentare o al diminuire della frequenza la reattanza induttiva aumenta o diminuisce.

Esempio

Si consideri il circuito di cui alla **figura 5** dove, rispetto al circuito della **figura 1** si è sostituita la capacità con l'induttanza L = 1 mH. Si applichi ora una tensione V_i = 1 V di picco alla frequenza di 10 Hz. Si ha così una tensione V_o di uscita (ossia ai capi della resistenza R) il cui andamento è riportato nella **figura 6**.

I marker verticali *a* e *b* indicano la frequenza (f = 10 Hz) mentre i marker orizzontali *c* e *d* indicano l'ampiezza della V_o che ha un valore di picco eguale al valore di picco della tensione V_i applicata. Ciò indica che il circuito si comporta come se l'induttanza non esistesse.

Se ora, fermi restando tutti gli altri valori,

si porta a 500 kHz la frequenza del segnale V_i applicato, il diagramma della tensione di uscita V_O diviene quello esposto nella **figura 7** dove i marker verticali indicano sempre la frequenza (ora di 500 kHz) mentre i marker orizzontali indicano l'ampiezza della V_O. Si nota come quest'ultima sia notevolmente attenuata essendo adesso di 303 mV.
Il comportamento dell'induttanza in funzione della frequenza è dunque opposto al comportamento della capacità.

Relazione fra tensione e corrente nei componenti passivi				
Componente	Unità	Tensione	Corrente	Potenza
R	ohm (W)	$v = R \cdot i$	$i = v / R$	$p = v \cdot i = R \cdot i^2$
C	henries (H)	$v = L \cdot \frac{di}{dt}$	$i = \frac{1}{L}\int v\,dt + k_1$	$p = v \cdot i = L \cdot \frac{di}{dt}$
L	farads (F)	$v = \frac{1}{C}\int i\,dt + k_2$	$i = C \cdot \frac{dv}{dt}$	$p = v \cdot i = C \cdot v \cdot \frac{di}{dt}$

Tabella 1: relazione fra tensione e corrente nei componenti passivi R, L e C.

Vale pertanto quanto esemplificato nella **figura 8**.
Le espressioni [1] e [2], e l'analisi delle stesse, hanno validità del tutto generale e, del tutto ovvio, indipendentemente dalla disposizione dei componenti. Si considerino a questo proposito le **figure 9** e **10** che riportano i circuiti *RC* e *RL* ma, rispettivamente, con la capacità e l'induttanza adesso in parallelo ad un eventuale carico posto in uscita.
L'applicazione delle espressioni [1] e [2] ne fornisce una chiara e immediata spiegazione.

Figura 11: in una capacità la tensione è in ritardo di 90° rispetto alla corrente.

SFASAMENTO TENSIONE-CORRENTE

Contrariamente ai circuiti puramente ohmici che non apportano alcun sfasamento fra tensione e corrente - si dice che tensione e corrente sono in fase - sia il circuito puramente capacitivo che quello puramente induttivo determinano uno sfasamento di 90° fra la tensione *V* e la corrente *I*. In particolare ai capi di una capacità la tensione è in ritardo di 90° rispetto alla corrente così come mostra il diagramma di **figura 11** ricavato in simulazione. La distanza fra i marker verticali, che indica appunto il ritardo t della tensione rispetto alla corrente, è infatti pari a 250 µs.

Figura 12: in una induttanza la tensione è in anticipo di 90° rispetto alla corrente.

Poiché è: $\alpha = 360\, f\, \tau$ avendo applicato un segnale a frequenza di 1 kHz, per l'angolo α di sfasamento si ricava:

$$\alpha = 360 \times 1000 \times 250 \times 10^{-6} = 90°$$

Analogamente, considerando un circuito puramente induttivo, lo sfasamento tensione-corrente è sempre di 90° ma, in tal caso, è la corrente in ritardo di 90° rispetto alla tensione così come mostra il diagramma di **figura 12**. Infine si fa presente al lettore che quanto su esposto è necessario, ma anche sufficiente, a meglio comprendere quanto sarà esposto nei prossimi articoli. I circuiti *RL* e *RC* sono infatti alla base dell'ottimale funzionamento di uno svariato numero di circuiti elettronici, primi fra tutti i filtri sia attivi che passivi. Non è casuale che già i circuiti qui esposti rappresentino la configurazione di base dei filtri del primo ordine. ❏

Codice MIP 500116

WWW.IEFORUM.IT
UNA COMMUNITY
DAL SUCCESSO
ASSICURATO!
VISITALA
SUBITO!!!

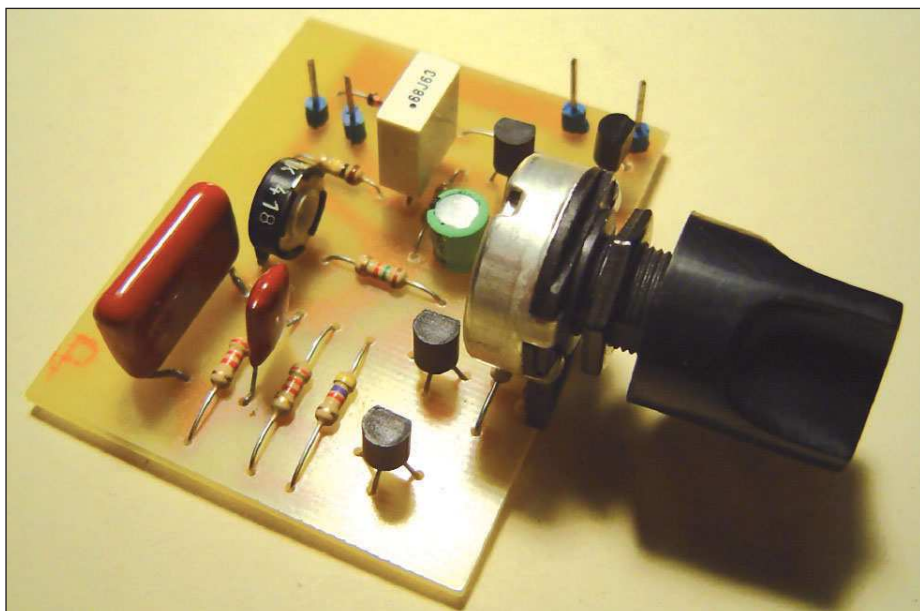
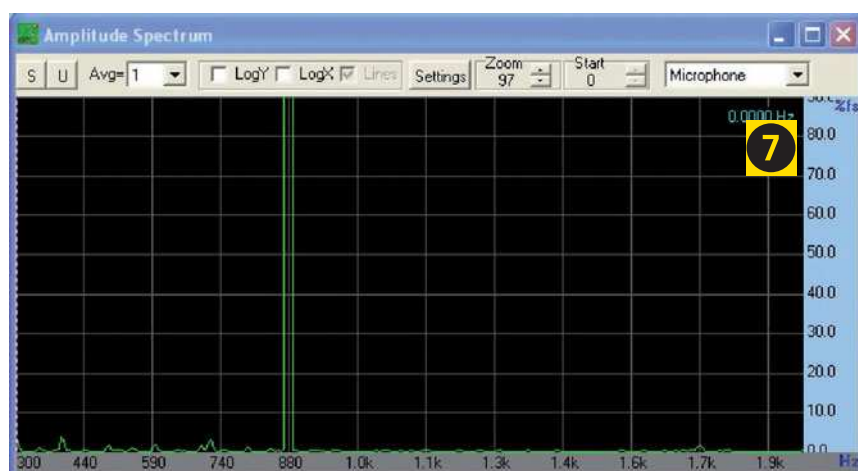
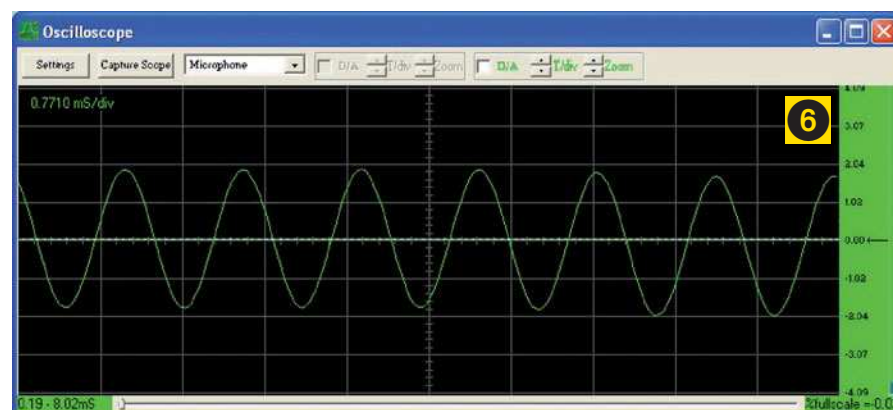
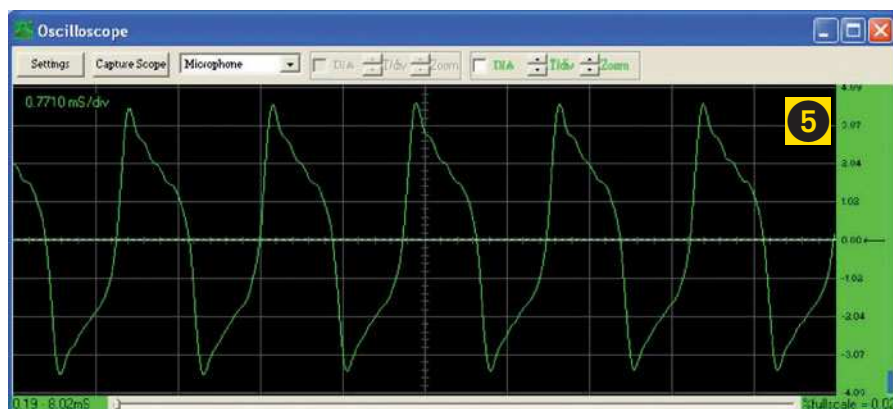
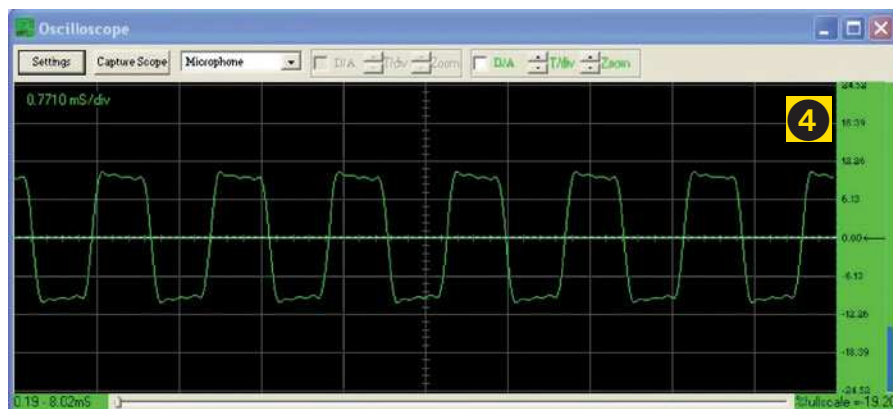
OSCILLATORE *sinusoidale* IN BASSA FREQUENZA

Dovete verificare se il vostro amplificatore audio distorce? Avete bisogno di un perfetto segnale sinusoidale per provare quel piccolo trasmettitore che avete appena costruito? Ecco il circuito che fa per voi: tre transistor una manciata di componenti e il vostro generatore audio è pronto

Naturalmente di generatori di segnali in bassa frequenza in commercio ne esistono molti, alcuni permettono di generare oltre ad onde sinusoidali anche quadre e triangolari, ma spesso per acquistare questi piccoli gioielli della tecnica occorre sborsare cifre ragguardevoli che non ne giustificano il semplice uso dilettantistico.
Valutiamo il caso in cui avendo appena messo appunto un piccolo trasmettitore per la banda CB, ne vogliamo testare all'oscilloscopio la qualità e la profondità di modulazione applicando al TX un segnale audio sinusoidale.
Preso il generatore di segnali da laboratorio e applicato il segnale modulante al circuito, sonda alla mano e oscilloscopio settato, cominciando a controllare le varie forme d'onda, non c'è traccia di nessuna modulazione, la portante pulita e perfettamente stabile; ci misi circa 15 minuti, praticamente il tempo necessario a smontare e rimontare tutto lo stadio di modulazione del trasmettitore, per capire che il mio bel generatore di segnali da laboratorio era passato a miglior vita.
Non mi persi d'animo e il pomeriggio di quella grigia giornata lo passai a cercare sul WEB qualche semplice circuito che "tirasse" fuori il tanto agognato segnale audio.
Vi garantiamo che di oscillatori e relativi schemi se ne trovano molti, ognuno con i suoi pregi e suoi difetti, si va dai classici oscillatori a ponte di Wien a quelli basati su specifici circuiti integrati tipo XR2206 o il MAX038, ma il nostro obiettivo è di realizzare qualcosa da mettere su con quello che si ha a disposizione nei cassetti del laboratorio.

SCHEMA ELETTRICO

Come si può vedere dallo schema elettrico **(figura 1)** si tratta veramente di un circuito semplice, l'oscillatore vero è proprio è costituito dai transistor TR1 e TR2 collegati in maniera da innescare un'oscillazione persistente alla frequenza fissata da C2, R3 e R4.
In pratica come poi vedremo è sufficiente cambiare il valore di C2 per coprire quasi tutto lo spettro audio.
Il transistor TR3 funziona da stadio separatore e dall'emettitore è possibile estrarre il nostro bel segnale audio perfettamente sinusoidale.
Tramite il potenziometro R7 è possibile dosare l'ampiezza del segnale in uscita da 0 a circa 2 volt picco- picco.
Il circuito può essere alimentato tramite una normale pila da 9 volt e al fine di garantire una certa stabilità, l'alimentazione dell'intero circuito è controllata da un apposito regolatore di tensione.
I due diodi al silicio D1 e D2 collegati sul regolatore portano la tensione di alimen-

tazione a circa 6,2 volt permettendo così di avere in uscita un segnale dell'ampiezza desiderata.

MONTAGGIO E TARATURA

Il montaggio può essere effettuato anche su una normale basetta sperimentale preforata, ma per dare un look un po' più professionale e soprattutto una maggiore robustezza meccanica vi propongo la realizzazione su apposito circuito stampato **(figura 2)**.

I componenti oltre ad essere pochi non sono assolutamente critici, per i transistor possono essere usati tranquillamente degli equivalenti, cercando di scegliere comunque elementi a basso rumore.

Con i valori indicati, si ottiene una nota con frequenza compresa tra gli 800 e 1000 hertz, dipende ovviamente dalla tolleranza dei vari componenti utilizzati.

Per la disposizione dei componenti potete far riferimento al piano di montaggio di **figura 3**, facendo, come di consueto, attenzione all'inserimento dei semiconduttori.

Se volete un maggior numero di frequenze a disposizione, potete modificare il circuito prevedendo l'inserimento di più rami di reazione vedi **figura 1**.

In questo caso, considerate che all'aumentare della capacità di C2 corrisponde una diminuzione della frequenza generata; ad esempio con una capacità di circa 3-4 μF si ottiene una nota pari a 200-300 hertz, mentre diminuendo a valori attorno a 10 nF si ottengono frequenze 6-7 Khz in questo caso potrebbe essere utile ridurre anche il valore di R4, portando attorno ai 500-600 ohm.

Figura 4: forma d'onda squadrata.

Figura 5: forma d'onda non sinusoidale.

Figura 6: forma d'onda sinusoidale.

Figura 7: spettro del segnale generato.

Figura 8: frequenza di lavoro del generatore.

BUILD IT!

oscillatore BF

Figura 3: piano di montaggio.

LISTA COMPONENTI

R1	2,2 Kohm 1/4 W
R2	3,3 Kohm 1/4 W
R3	1 Kohm trimmer verticale
R4	1,5 Kohm 1/4 W
R5	4,7 Kohm 1/4 W
R6	12 Kohm 1/4 W
R7	4,7 Kohm pot. lin.
R8	3,3 Kohm 1/4 W
R9	100 Kohm 1/4 W
C1	22 nf 63 v. poliestere
C2	470 nf 63 v.poliestere
C3	680 nf 63 v. poliestere
C4	22 µf 25 v. elettrolitico
IC1	78L05
TR1-TR3	BC550C
D1,D2	1N4148

Figura 2: il circuito stampato.

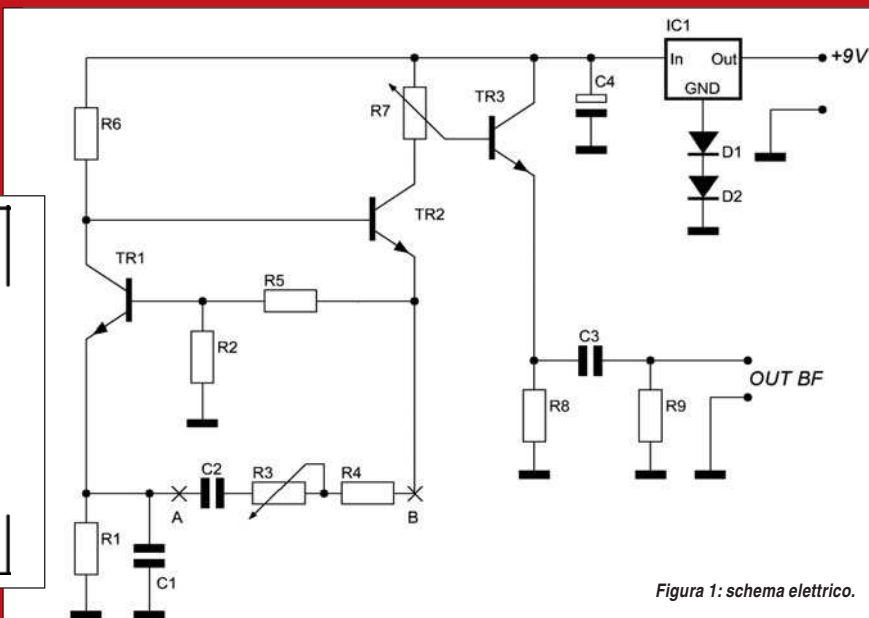



Figura 1: schema elettrico.

Taratura

La taratura consiste semplicemente nel regolare il trimmer R3 fino ad ottenere, ai capi di R9 una perfetta onda sinusoidale. Ma come possiamo vedere che forma ha il segnale generato dal nostro piccolo oscillatore?

La risposta a questa domanda è: utilizzando un oscilloscopio; naturalmente che molti lettori possono non avere a disposizione tale strumento ma visto che viviamo nell'era dei computer e che in quasi tutte le case ne esiste uno, magari comprato appositamente per giocarci, vediamo se lo possiamo utilizzare per qualcosa di più serio, come magari vedere che forma hanno i segnali emessi dal nostro generatore.

Visual analyser (VA)

In assoluto penso che sia uno dei migliori programmi freeware, se non l'unico, capace di trasformare un semplice PC, dotato di scheda audio, in un vero e proprio laboratorio elettronico. Questo software, che già nel recente passato ha trovato spazio sulle pagine di questa rivista, permette di avere a portata di "mouse" al-

cuni degli strumenti più importati per quanto concerne l'analisi dei segnali, tanto per citarne alcuni, VA consente di emulare: un oscilloscopio, un analizzatore di spettro, un frequenzimetro, un generatore di segnali e tante altre cose. Allora perché non sfruttare questo ottimo prodotto per tarare il nostro generatore di segnali? Bene vediamo come fare. Prima di tutto bisogna prelevare dal sito: http://www.sillanumsoft.org/Italiano/index.htm l'ultima versione del software e seguendo le istruzioni riportate dall'autore installare il programma. Lanciate VA e aprite la maschera dell'oscilloscopio, selezionate come fonte di ingresso il microfono e collegate

PER *approfondire...*

http://www.sillanumsoft.org/Italiano/index.htm

l'uscita del generatore all'ingresso microfonico del vostro PC. Prima di dare tensione al generatore, ruotate il potenziometro R7 al minimo, al fine di evitare che il segnale audio troppo forte saturi lo stadio d'ingresso della vostra scheda audio e ruotate il trimmer R3 tutto verso C2. Date alimentazione al circuito e a secondo di come è regolato R7 dovreste vedere una forma d'onda che potrebbe essere squadrata del tipo di **figura 4** il che significa che il segnale in ingresso è troppo alto e che quindi va ulteriormente diminuito o una del tipo di **figura 5**, in questo secondo caso il segnale in ingresso è sufficientemente basso da non essere "tosato" dalla scheda audio. Agite ora su trimmer R3 fino a trasformare la forma d'onda in una sinusoide senza picchi o deformità evidenti **(figura 6)**. Volendo è possibile vedere il segnale tramite l'analizzatore di spettro e se la taratura è fatta bene dovreste osservare un solo picco in corrispondenza della frequenza di oscillazione del generatore **(figura 7)** ed infine con la funzione frequenzimetro avrete l'esatto valore della frequenza del segnale applicato in ingresso al PC **(figura 8)**. Come vedete senza troppe difficoltà si è riusciti a tarare perfettamente il nostro piccolo generatore e ora che avete aggiunto un nuovo strumento al vostro laboratorio, non resta che salutarvi e augurarvi buon lavoro. ❑

CODICE MIP 500122

di MAURIZIO DI PAOLO EMILIO

LE ANTENNE *paraboliche*

In questo articolo analizzeremo un tipo di antenna molto comune: la parabola. Vedremo quali sono le principali proprietà e le varie tecniche di progettazione

Nella banda delle microonde e delle onde millimetriche le antenne ad alta direttività sono realizzate sfruttando i ben noti risultati dell'ottica geometrica: se una sorgente puntiforme viene collocata nel fuoco di un riflettore parabolico, i raggi riflessi dal riflettore sono paralleli e convogliano tutta l'energia intercettata dal riflettore nella direzione dell'asse. In effetti si può ammettere che la radiazione riflessa si propaghi parallelamente all'asse solo in prossimità del riflettore; infatti, come già si sa, a grande distanza l'energia si propaga sempre in direzione radiale. Ciò nonostante si può prevedere che il grosso della radiazione riflessa è prevalentemente concentrata in un fascio intorno all'asse del paraboloide.

Le parti principali di un'antenna parabolica **(figure 1 e 3)** sono: l'LNB (Low Noi-

Figura 1: antenna Parabolica.

se Block Converter) o illuminatore e lo specchio.
L'LNB riceve i segnali riflessi dallo specchio, li converte a frequenza più bassa e li invia al decoder all'interno dell'abitazione tramite un cavo coassiale.
Il disco parabolico è fondamentale per la ricezione del segnale dal satellite, in quanto, quest'ultimo è estremamente lontano dalla superficie terrestre (oltre 36.000 Km, trovandosi in orbita geostazionaria), per cui il segnale che arriva sulla Terra è estremamente debole.
La quantità di potenza che la piccola superficie dell'LNB (pochi centimetri quadrati) può ricevere è alquanto ridotta; per questo esso non è rivolto direttamente verso il satellite, ma verso il disco parabolico; quest'ultimo è invece puntato direttamente verso il satellite, dal quale riceve l'onda elettromagnetica che costituisce il segnale televisivo.
Lo specchio parabolico riceve una quantità di energia molto maggiore grazie alla sua forma a paraboloide (un solido di rotazione ottenuto appunto dalla rotazione di una parabola intorno al suo asse). Tutti i "raggi" che riceve dal satellite saranno inviati in un unico punto detto fuoco dove è posizionato l'LNB; la potenza del segnale ricevuto dall'LNB sarà abbastanza alta da poter essere adeguatamente elaborata dal decoder.
Le antenne paraboliche che si usano in Italia sono puntate sul satellite Hotbird dell'operatore satellitare francese Eutelsat.
Esso è un satellite posto in orbita geostazionaria, e si trova fisso ad una longitudine di 13 gradi est.
Il puntamento della parabola verso il satellite è un'operazione di estrema precisione dell'ordine dei secondi di grado: uno spostamento di un solo secondo di grado equivale a "mancare" il satellite di circa 170 metri.

Per evitare ciò la parabola non deve essere puntata manualmente ma con tecniche elettroniche di elevata precisione, utilizzando scale graduate che ne indicano la longitudine e latitudine.
Alcuni decoder sono dotati internamente di un display che mostra sullo schermo del televisore, in ogni istante, qual è la potenza del segnale ricevuto dall'antenna, permettendo così il montaggio corretto della parabola.

PUNTAMENTO DELLA PARABOLA

L'Italia è situata geograficamente tra 6 e 18 gradi di longitudine est e 37 e 47 di latitudine nord; risulta quindi che il satellite Hotbird si trova quasi in posizione verticale rispetto all'Italia.
Per l'esattezza, essendo l'orbita geostazionaria di tipo equatoriale (ovvero il satellite orbita esattamente al di sopra dell'equatore), ed essendo l'Italia a una distanza angolare dall'equatore (nota anche come latitudine) di circa 42 gradi nord, un'antenna parabolica, per puntare su Hotbird, non dovrà essere puntata esattamente verso l'alto (come accadrebbe se si volesse puntare il satellite dall'equatore), ma deve essere puntata leggermente in direzione sud.
Per puntare correttamente la parabola **(figura 2)**, occorre conoscere quali devono essere il suo azimuth e la sua elevazione, che dipendono da dove la parabola è collocata.
Le formule da utilizzare per calcolare l'azimuth e l'elevazione per il puntamento di una parabola verso un qualunque satelli-

Figura 2: posizionamento della Parabola.

Figura 3: antenna Parabolica.

Figura 4: caratteristiche geometriche.

Figura 5: angolo d'irradazione.

te (quindi non solo Hotbird) sono le seguenti:

$$v1 = 6.612 * \cos(LAT) * \\ * \cos(LONG - SATLONG) - 1$$

$$v2 = 6.612 * \sqrt{1 - M}$$

dove:

$$M = \cos(LAT^2) * \\ * \cos(LONG - SATLONG)^2$$

$$Elevazione = a\tan(v1 / v2)$$

LONG = longitudine del luogo dove è posizionata la parabola.
SATLONG = è la longitudine del satellite.
LAT = è la latitudine del luogo dove è posizionata la parabola.

SATELLITE **HOTBIRD**

I satelliti Hotbird sono usati sia per trasmissioni analogiche che digitali, per applicazioni di intrattenimento (soprattutto televisione) e multimediali (ad esempio Internet). La copertura include grossomodo tutta l'Europa (dove il segnale può essere ricevuto con un'antenna parabolica di circa 70cm), con una parte del Nord Africa e del Medio Oriente. Questi satelliti trasmettono più di 700 canali televisivi tra cui Sky (per il pubblico italiano), TPS ed ABSat (per il pubblico francese). Attualmente, la costellazione Hotbird è costituita da 3 satelliti: Hotbird 6, 7A e 8.

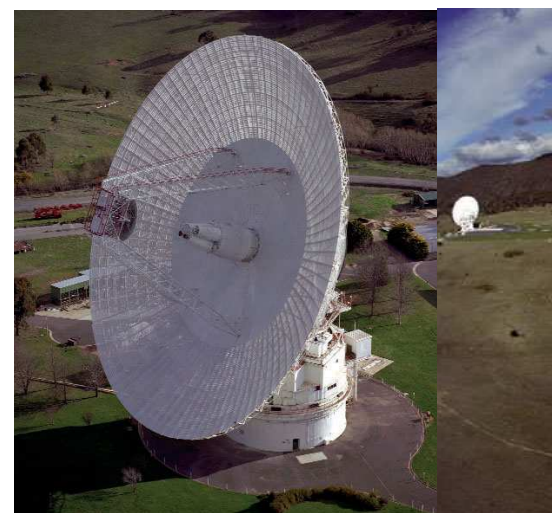
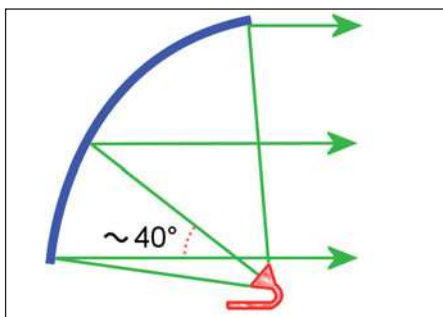



TABELLA 1: GUADAGNO MEDIO IN FUNZIONE DEL RAPPORTO DIAMETRO/FREQUENZA

DIAMETRO	1.2 GhHz	1,7 GHz	2,4 GHz	10 GHz	12 GHz
50 cm	13,9 dB	17,0 dB	19,9 dB	32,3 dB	34,3 dB
70 cm	16,8 dB	19,9 dB	22,8 dB	35,3 dB	37,2 dB
90 cm	19,1 dB	22,0 dB	25,0 dB	38,6 dB	39,4 dB
130 cm	22,2 dB	25,2 dB	28,2 dB	40,6 dB	42,6 dB
150 cm	23,5 dB	26,5 dB	29,4 dB	41,9 dB	43,8 dB
200 cm	26,0 dB	29,0 dB	32,0 dB	44,0 dB	46,3 dB
250 cm	27,9 dB	31,0 dB	33,9 dB	46,3 dB	48,3 dB

Figura 6: parabola a griglia.

Figura 7: antenne Off-set.

Le parabole vengono utilizzate per captare segnali geostazionari TV che trasmettono sulle frequenze di 11-12 GHz. Il principale utilizzo delle parabole a queste frequenze è dovuto al fatto che con esse si riescono ad ottenere elevati guadagni. Le parabole vengono utilizzate anche per ricevere i segnali del satellite meteorologico Meteosat che trasmette sugli 1,7 GHz e dei ponti radioricetrasmittenti sui 1,2-2,4-10 GHz.

GUADANGO DI UNA PARABOLA

Il Guadagno in potenza di una parabola varia al variare della frequenza di lavoro; ecco una formula semplice per poterlo stimare:

$$Guadagno = \left(\frac{D * GHz}{30}\right)^2 * 6.16$$

D è il diametro della parabola in centimetri e GHz è ovviamente, la frequenza di lavoro in GHz. In **tabella 1** l'andamento del guadagno medio di una parabola in funzione del rapporto Diametro/Frequenza di lavoro.

RAPPORTO DIAMETRO-FUOCO

Nei Data sheet delle parabole vengono sempre riportati il valore del rapporto Diametro/Fuoco (D/F). Per ottenere il massimo guadagno questo rapporto non dovrebbe mai risultare minore di 2.5 o maggiore di 2.7 **(vedi tabella 2)**.
Alcune case costruttrici invece di indicare il rapporto D/F indicano il rapporto Fuoco/Diametro (F/D). Per ottenere il massimo guadagno questo rapporto non dovrebbe mai risultare maggiore di 0.40 o minore di 0.37 **(vedi tabella 2)**.
Il punto focale della parabola, ovvero dove è situato l'illuminatore, può essere calcolato con la seguente formula:

$$focale(cm) = (D * D) / (16 * p)$$

dove D è il diametro della parabola in cm e p è la profondità della parabola **(figura 4)**.

ANGOLO D'IRRADIAZIONE

L'angolo di irradiazione permette di conoscere quanti gradi bisogna spostare la parabola in direzione del satellite per ottenere un'attenuazione in potenza di circa 3dB. La precisione del suo puntamento è legata al diametro della parabola, maggiore è il suo diametro più preciso deve risultare il suo puntamento. La formula per calcolare l'angolo d'irradiazione **(figura 5)** è la seguente:

$$gradi = 70,7 / (GHz * D / 30)$$

con D sempre il diametro della parabola.

UN ESEMPIO DI ILLUMINATORE

Per ricevere e trasmettere segnali appartenenti alla frequenza amatoriale (1,2-2,4-5,7-10 GHz) oppure quelli relativi al satellite Meteosat (1,7 GHz) viene utilizzata normalmente una parabola completa di illuminatore. Un illuminatore molto semplice da realizzare può essere quello rappresentato in **figura 9**, un barattolo in metallo. Le seguenti formule ne determinano le caratteristiche fisiche:

$$D(cm) = \left(\frac{28800}{MHz}\right) * 0.7$$

$$L(cm) = \left(\frac{28800}{MHz}\right) * 0.7$$

$$S(cm) = \left(\frac{28800}{MHz}\right) * 0.26$$

Dove D è il diametro, L è la lunghezza e S è la distanza alla quale andrà fissato il semidipolo. La lunghezza del semidipolo è data dalla seguente formula:

$$L(cm) = \left(\frac{28800}{MHz}\right) * 0.22$$

PARABOLA A GRIGLIA

Per captare i segnali del satellite geostazionario Meteosat, normalmente si usa una parabola circolare del diametro di 90-110 cm, che permette di ottenere dei guadagni di circa 23-24 dB. In sostituzione di questi dischi di alluminiosi si preferisce utilizzare le parabole a griglia di forma rettangolare delle dimensioni di 77 x

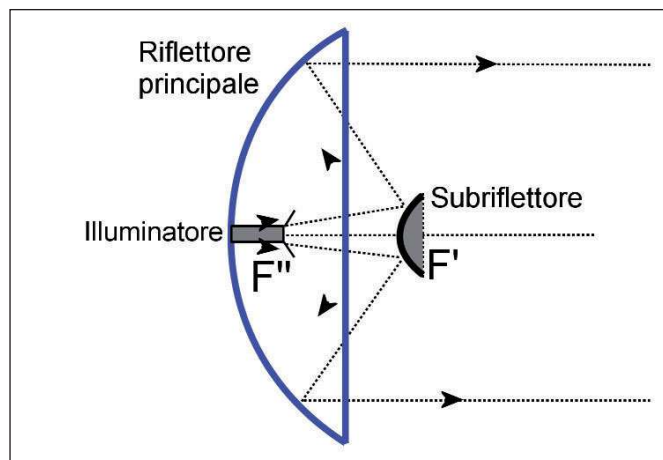



Figura 9: illuminatore a barattolo.

LONGITUDINE E LATITUDINE

Le coordinate terrestri di una località (di un punto) sulla superficie della terra sono la longitudine e la latitudine. La longitudine, indica il meridiano di riferimento e la distanza angolare dal meridiano di Greenwich o meridiano 0° misurata lungo il parallelo. Si misura in gradi e frazioni di grado da 0° a 180° Est od Ovest. I due meridiani con longitudine 180° Est e 180° Ovest coincidono e rappresentano l'antimeridiano o linea del cambiamento delle date. La latitudine indica il parallelo di riferimento. E' la distanza angolare dall'equatore (parallelo 0°) misurata lungo il meridiano in gradi e frazioni di grado da 0° a 90° Nord o Sud.

TABELLA 2: RAPPORTO F/D E D/F

RAPPORTO D/F	RAPPORTO F/D	CARATTERISTICHE
2,25	0,44	Parabole molto piatte, il punto focale è molto lungo
2,27	0,440	"
2,40	0,417	"
2,50	0,400	Parabole standard, il punto focale è medio
2,60	0,384	"
2,70	0,370	"
2,72	0,367	Parabole molto profonde, il punto focale è molto corto
2,80	0,357	"
2,90	0,344	"
2,95	0,339	"
3	0,333	

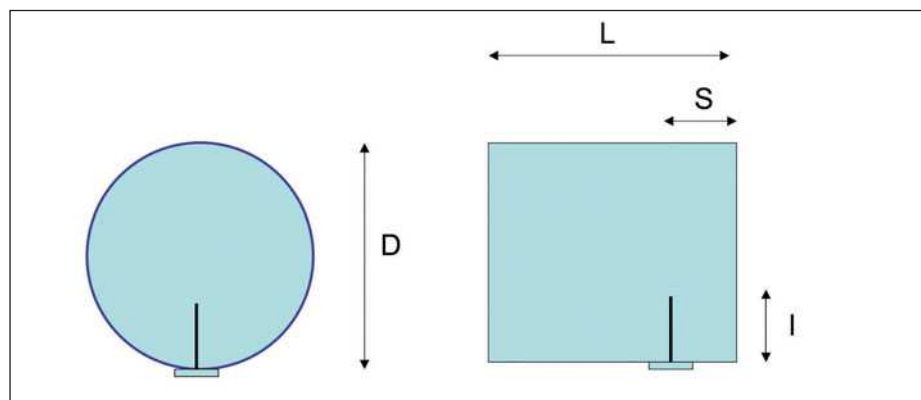



Figura 8: antenna Cassegrain.

95 cm **(figura 6)**, perchè oltre ad offrire una minore resistenza al vento, presentano anche il vantaggio di essere poco visibili. Queste parabole, complete di un illuminatore tipo corner reflector, permettono di ottenere dei guadagni di circa 22-23 dB.

ANTENNE OFF-SET, E CASSEGRAIN

Per evitare gli effetti d'ostruzione prodotti dall'illuminatore, è possibile considerare, per il riflettore, solo una porzione non contenente il vertice di un paraboloide di rivoluzione, in modo che l'illuminatore, con il centro di fase sempre posto nel fuoco del paraboloide, si trovi all'esterno dei raggi emergenti dal riflettore: si hanno così le antenne a conchiglia o antenne off-set **(figura 7)**. Con tale soluzione, l'adattamento può essere ottenuto su bande maggiori che non nei paraboloidi. Tuttavia il fattore d'illuminazione è più o meno lo stesso, con difficoltà nella costruzione e nell'illuminazione del riflettore. Nel caso di antenne di forma rettangolare si ottengono diverse direttività in azimut ed in elevazione; sono frequentemente impiegate nella tecnica dei radar per sorveglianza d'aeroporto.

Il riflettore non deve essere necessariamente continuo: una trama reticolare o a fori è spesso più pratica ed economica e si presta ugualmente bene dal punto di vista elettromagnetico purchè le maglie o i fori siano sufficientemente piccoli (normalmente $< \lambda/16$). Un'antenna di tipo Cassegrain **(figura 8)** può essere schematizzata, in prima approssimazione, nel modo seguente: un riflettore principale formato da un paraboloide, un subriflettore costituito da un iperboloide avente un fuoco, F', coincidente col fuoco del paraboloide, e un fuoco, F", posto sull'asse del paraboloide non lontano dal vertice di quest'ultimo e infine, l'illuminatore con il centro di fase posto in F".

In base alle proprietà ottiche delle superfici considerate i raggi uscenti dall'illuminatore posto in F" emergono paralleli dal paraboloide, ossia sono diretti nell'ultimo fuoco del sistema. ❏

CODICE MIP 500125

elettro quiz 275

ELETTRO CRUCIVERBA

1			2	3	4	5	6	■	7
	■	■	8					9	
10	11	12	■	■	13				
14				15			■	16	
17			■	18			19	■	
20			21					22	
	■	23			■	■	24		
■	25			■	26	27		■	
■		■	28	29			■	30	
31								■	

ORIZZONTALI

1. Un protocollo unificato
8. Termine che ha due significati distinti
10. Noi latini
13. Piccola auto da città
14. Una materia prima in elettronica
16. Articolo per studente
17. Spinto alla francese
18. Non conviene fare i conti senza di lui
20. Un coefficiente nella legge di Ohm
23. La Danieli attrice
24. Fiume e la fine di Bill
25. L'attrice West
26. Tra sett. e nov.
28. Piccolo di mucca o cavalla
30. Grado di acidità della pelle
31. Rancore, ostilità

VERTICALI

1. Trasforma una grandezza fisica in una elettrica
2. Nota Bene
3. Giorno in breve
4. Passaggio che favorisce il gol
5. Lontane nel tempo
6. Il codice genetico
7. Settimanali illustrati
9. Tipo di società
11. Fiume francese
12. Regione della Polonia
15. Un oggetto comune
19. Ente turistico
21. Fiume francese
22. Consonanti di Zola
25. Precede molti cognomi scozzesi
26. Poesie ispirate
27. Il bon dell'educato
29. Congiunzione

ro quiz

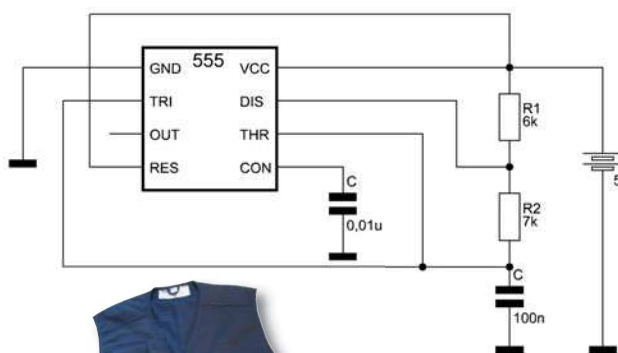
RAGAZZI PRODIGIO

ELETTRO REBUS

FRASE: (7,8)

rispondi & vinci

avanzato

In questo circuito si è usato un comunissimo 555 in modalità multivibratore astabile con i valori di R1, R2 e di C assegnati; come si calcola il periodo e quindi quanto vale?

Per i più bravi in palio il bellissimo "gilet reporter" di Fare Elettronica.

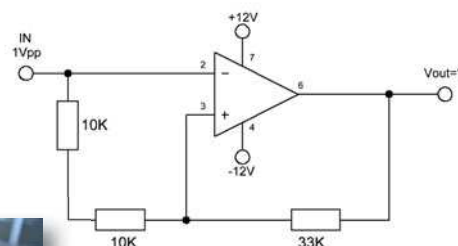
base

Dato il seguente amplificatore quanto vale la tensione in uscita al circuito?

A: 3,3Vpp

B: 4,3 V

C: 4,3Vpp

D: 10Vpp

Se rispondi correttamente potrai vincere il simpatico portachiavi di Fare Elettronica.

Le risposte ai quiz "Base" e "Avanzato" vanno inviate esclusivamente compilando il modulo su www.farelettronica.com/eq specificando la parola chiave "Winston". Le risposte ed i vincitori (previa autorizzazione) sono pubblicati alla pagina www.farelettronica.com/eq a partire dal 15 del mese successivo alla pubblicazione sulla rivista. A tutti i partecipanti verrà assegnato un buono sconto del 10% (validità 3 mesi dalla data di assegnazione) utilizzabile per un prossimo acquisto su www.ieshop.it

GENERATORE *di* SUB-TONI

Viene proposto un generatore stabile di subtoni, dalle caratteristiche veramente uniche in termini di precisione e stabilità

Di oscillatori di subtoni ne sono stati pubblicati veramente molti, ma la maggior parte di essi non ha una grande stabilità e la frequenza di oscillazione può variare sia con l'invecchiamento sia con il consistente variare della temperatura. Il circuito presentato non avrà più problemi di questo genere, e consente di avere un tono a 111Hz perfettamente stabile.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Il circuito è costruito intorno all'integrato C/MOS 74HC4060 **(vedi figura 1)**, che può essere sostituito dal meno recente CD4060. Tuttavia la serie HC può oscillare a frequenze molto più elevate rispetto al C/MOS. Come è possibile vedere dallo schema di **figura 2**, si è adoperato un comunissimo risuonatore a frequenza relativamente bassa di 455 KHz facilmente reperibile sul mercato. Lo scopo di questo circuito è di poter comandare via radio, oltre alla voce, anche un circuito attuatore per svariate funzioni, fra cui anche l'apertura codificata della bassa frequenza all'ascolto, ove non esista tale funzione, come ad esempio sui ponti ripetitori. Seguirà nei prossimi numeri, un circuito decodificatore per la parte ricevente.

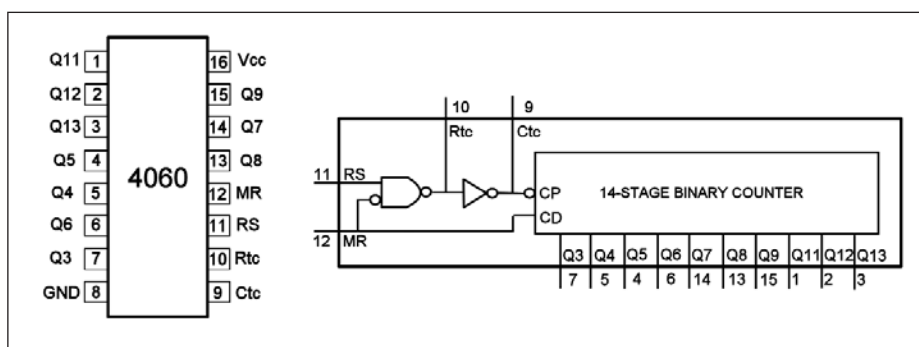



Figura 1: Schema dell'integrato 74HC4060.

Foto 1: Il montaggio completato.

Dato che questi circuiti vanno inseriti come add-on nel trasmettitore e nel ricevitore, si è scelta la realizzazione in SMD per minimizzare lo spazio occupato.

I condensatori C1 e C2, determinano la frequenza d'oscillazione, e sono stati impiegati dei condensatori ceramici SMD da 150 pF per avvicinarsi alla frequenza originale del risuonatore.

Eventuali differenze di frequenza possono essere corrette con il trimmer del decodificatore in ricezione. La rete costi-

Figura 4: circuito stampato in scala 1:1.

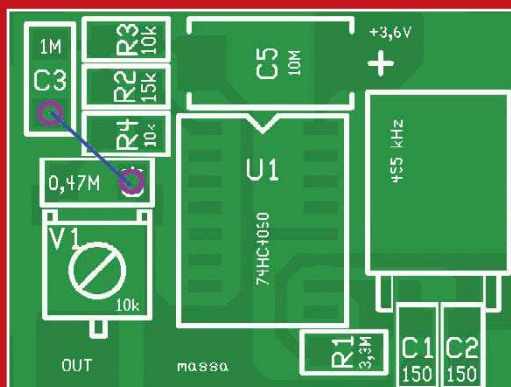



Figura 3: Montaggio del circuito in SMD, con piste e componenti, ingrandito per 4.

LISTA COMPONENTI

R1	3,3 M SMD 0805
R2	15 kilohm " "
R3-4	10 kilohm " "
V1	10 kilohm trimmer miniatura
C1-2	150 pF SMD 0805
C3	1 µF " 1206
C4	0,47 µF " "
C5	10 µF tantalio SMD
U1	74HC4060 integrato SMD

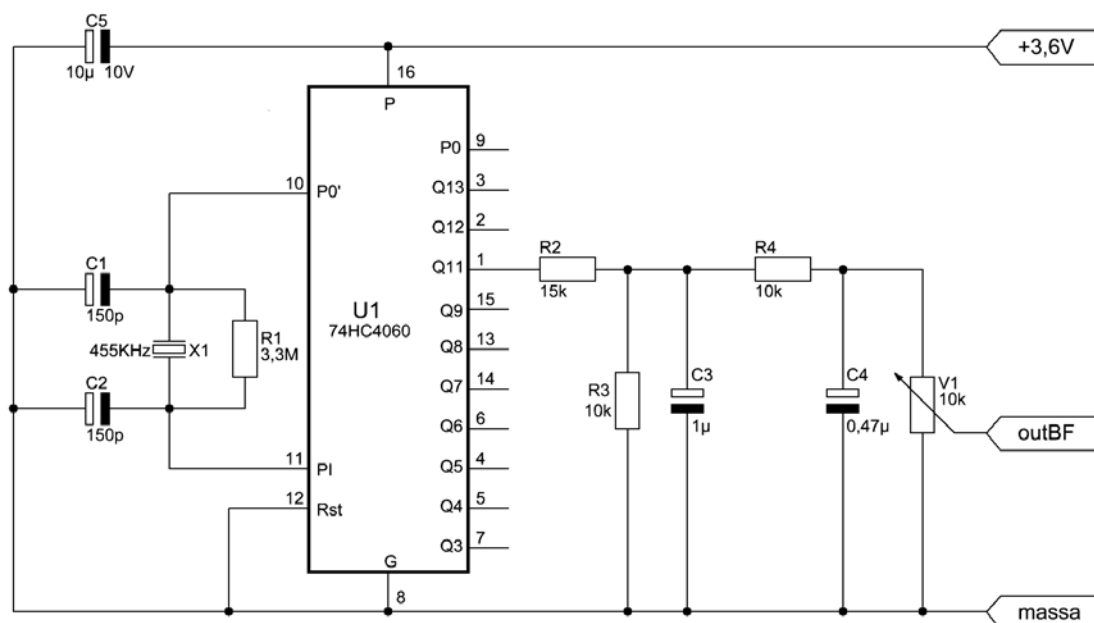



Figura 2: Schema elettrico del generatore di tono.

tuita dai componenti R2-3-4 e dai condensatori C3-4, funziona da filtro e fa in modo che l'uscita sia un'onda sinusoidale. V1 regola l'intensità del segnale inviato, che comunque è sempre molto più basso della BF. Per ottenere una buona trasmissione di questo segnale è bene inserirlo in un punto più vicino al VCO, per far sì che non venga tagliato dai filtri BF.

IL MONTAGGIO

Lavorando in SMD, il saldatore deve essere necessariamente di bassa potenza e sarà bene anche aiutarsi con uno stuzzicadenti per bloccare i piccoli componenti durante la loro saldatura. In **figura 3** è riportata la disposizione dei componenti sullo stampato.
Sarà necessario realizzare un piccolo ponticello sopra C3 e C4, segnato in **figura 3**.
Il circuito può essere fissato con un biadesivo sulla parte inferiore che è completamente liscia. Ovviamente potrete ridisegnare il circuito stampato su due facce riducendo maggiormente l'ingombro.

TARATURA ED USO

Il circuito non necessita di particolari tarature, salvo quella dell'intensità del segnale inviato (con V1) e che deve essere effettuata in coppia con il ricevitore. Per l'alimentazione si possono utilizzare tensioni continue da 3 a 6V. Le prove sono state eseguite con elementi al litio di 3,7 Volt e il consumo è risultato irrisorio. Per i collegamenti, si sono predisposte delle piazzole squadrate dove facilmente si saldano i pochi fili dei collegamenti esterni. ❑

CODICE MIP 500123

di DANIELE CAPPA (IW1AXR)

UN GENERATORE SWEEP "rustico"

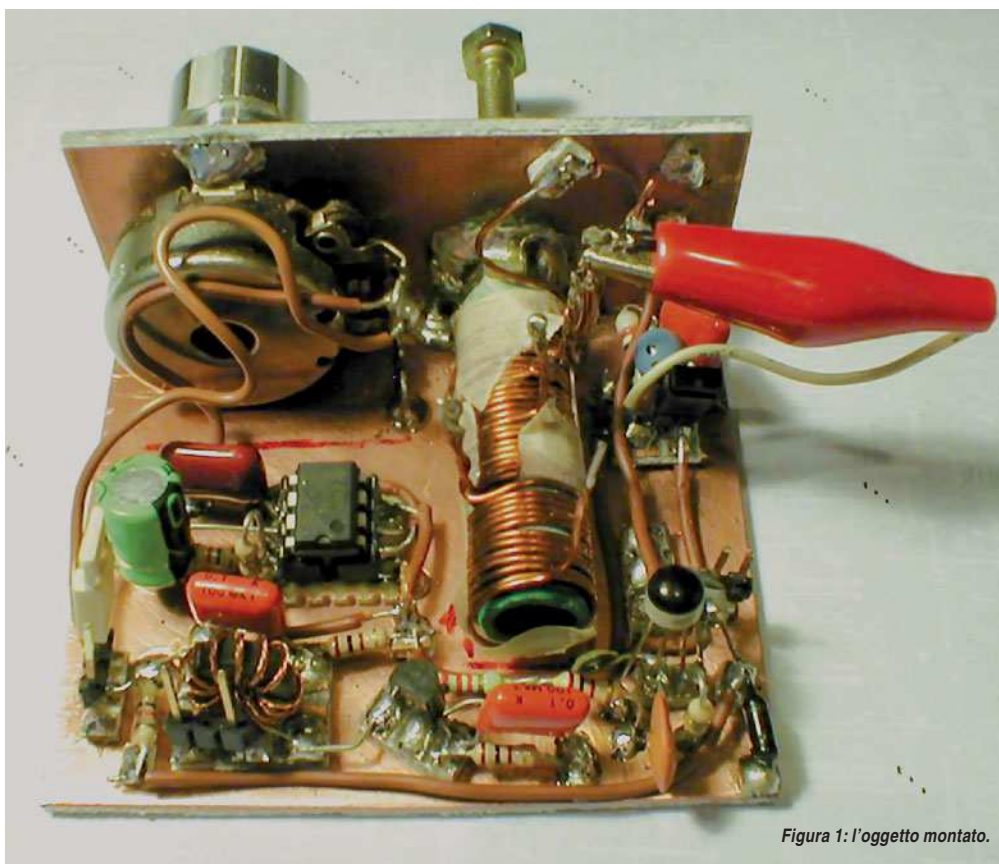



Figura 1: l'oggetto montato.

Si tratta di uno strumento ridotto all'osso, fa parte della strumentazione avanzata necessaria per la verifica del ricetrasmettitore SSB in 20 metri e può essere usato per il controllo di filtri di banda e filtri a quarzo

Assemblato in poco più di una sera, serve esclusivamente a verificare se il filtro del ricetrasmettitore fa il suo dovere sulla frequenza prevista. L'uso prevede l'impiego di un comune oscilloscopio che, grazie all'ingresso per la base dei tempi esterna, sincronizza la visualizzazione con la "sweeppata" del generatore. Il risultato, supportato dalla lettura su un frequenzimetro o dall'ascolto su un ricevitore HF, vuole simulare quanto sarebbe possibile ottenere con un analizzatore di spettro. Anche in questo caso il tutto è molto rustico, assemblato con la tecnica manhattan, impiega soluzioni originali pur riducendo il numero dei componenti al minimo indispensabile. La copertura in frequenza è molto estesa e dipende esclusivamente dalla costruzione della bobina e dal valore dell'eventuale condensatore variabile, lo sweep è ottenuto sfruttando uno dei pin "di servizio" di un LM555.

SCHEMA ELETTRICO

L'oscillatore è un classico Clapps realizzato intorno ad un fet a canale N, del tutto simile a quello utilizzato sul PTO, già apparso su Fare Elettronica. La variazione della frequenza di oscillazione avviene variando l'induttanza della bobina, questo è ottenuto inserendo più o meno un nucleo al suo interno. L'elemento di sintonia è una comune vite in ferro di piccolo diametro (5 o 6 MA) che viene avvitata all'interno dell'avvolgimento della bobina. La stabilità di questo oscillatore è eccellente, l'ingombro è sostanzialmente ridotto allo spazio occupato dalla bobina e non richiede alcuna demoltiplica in quanto la sintonia avviene avvitando e svitando la vite, dunque a ogni giro corrisponde uno spostamento della vite pari al suo passo (dunque 0.8 o 1 mm). A questa si aggiunge la commutazione della bobina ottenuta semplicemente con un coccodrillo che inserisce più o meno spire della bobina.

Il PTO è seguito da un buffer la cui uscita è formata da un trasformatore trifilare (L2, L3 e L4) a larga banda formato da una decina di spire trifilari avvolte su un nucleo toroidale FT37-43 il cui scopo è solamente separare, per quanto possibile, l'uscita dell'oscillatore dall'eventuale frequenzimetro, che spesso introduce del rumore a larga banda. Per la realizzazione del trasformatore sono stati uti-

lizzati tre fili già twistati tra loro e reduci dal montaggio del ricetrasmettitore BiTx20. Si tratta semplicemente di avvolgere su se stessi tre fili di rame smaltato (diametro 0,4 mm, ma non è critico) fino a che risultino “attorcigliati” in modo omogeneo, quelli dell’RTX erano avvolti in ragione di 30 – 35 giri ogni 10 centimetri di filo, per avvolgere il trasformatore sono sufficienti 15 cm di filo già twistato.

Il generatore di sweep è ottenuto sfruttando il segnale presente sul pin 6 del 555, il condensatore C1 si carica attraverso le due resistenze R1 e R2 mentre si scarica sulla R1. La R1 ha un valore molto basso, dunque scaricherà C1 molto più rapidamente rispetto al ciclo di carica che avviene attraverso R1 in serie a R2. La forma d’onda presente sul pin 6 non è dunque esattamente triangolare a dente di sega, come dovrebbe essere, ma gli si avvicina molto seguendo il classico andamento esponenziale tipico del ciclo di carica e scarica di un condensatore. A migliorare la situazione intervengono i livelli entro cui il 555 carica e scarica il condensatore, 1/3 e 2/3 Vcc. Si sfrutta infatti solo la parte centrale della curva di carica del condensatore, la parte in cui la curva assomiglia di più a una retta.

L’ampiezza in frequenza dello sweep è regolata dal potenziometro R3 che regola la quantità di tensione da fornire al varicap D1. Anche in questo punto è evidente come tutto sia concepito privilegiando la semplicità: la tensione fornita al varicap dal potenziometro, che dovrà essere a variazione lineare, varia da zero a un valore compreso tra zero e 1/3 - 2/3 Vcc (dove Vcc è ovviamente la tensione di alimentazione). Questo porta a una variazione dello sweep che sarà sempre verso l’alto, se la frequenza con il potenziometro tutto chiuso, ovvero senza sweep, è di 14.000 MHz quando ruotiamo il potenziometro, e abbiamo una variazione della frequenza in funzione della tensione (oscillante) presente sul pin 6 del 555, questa variazione sarà spostava verso l’alto anche nel suo valore minimo. Ovvero se la sweeppata è di 60 KHz (con questi valori in 20 metri la massima escursione dello sweep è circa questo) significa che l’escursione massima andrà approssimativamente da 14.060 a 14.120… il che richiede un ritocco della sintonia tutte le volte che variamo l’ampiezza dello sweep.

E’ dunque necessario decidere l’ampiezza necessaria dello sweep, verificare con un ricevitore i limiti di banda e solo ora centrare con la sintonia la frequenza di centrobanda.

La variazione di frequenza non è lineare rispetto alla variazione della tensione, a questo si aggiunge che la variazione presente sul pin 6 del 555 non è neppure lei lineare, dunque il generatore darà risultati più reali solo per piccole variazioni di frequenza dimostrandosi più adatto alla verifica di filtri a quarzo. L’indicazione fornita circa la curva di un filtro di banda sarà invece influenzata da queste “non linearità” che rendono la traccia visibile sullo schermo dell’oscilloscopio non esattamente corrispondente a quella reale. Tuttavia una indicazione di massima circa la risposta del filtro di ingresso è perfettamente visibile. Nel caso di un filtro a quarzo **(figura 3)**, la cui larghezza di banda è contenuta, la variazione di frequenza necessaria è proporzionalmente più piccola e l’andamento è facilmente assimilabile a un modello lineare. Lo scopo dell’oggetto è tuttavia verificare che il filtro faccia il suo dovere, ovvero che la sua frequenza caratteristica sia dove dovrebbe essere.

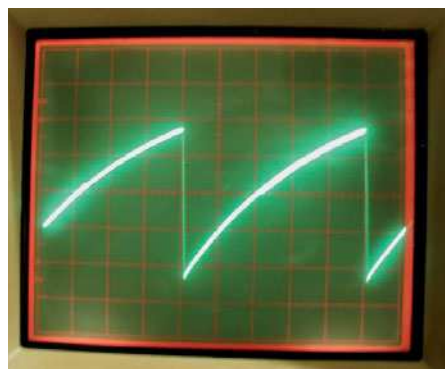



Figura 2: la forma d’onda presente sul pin 6 del 555.

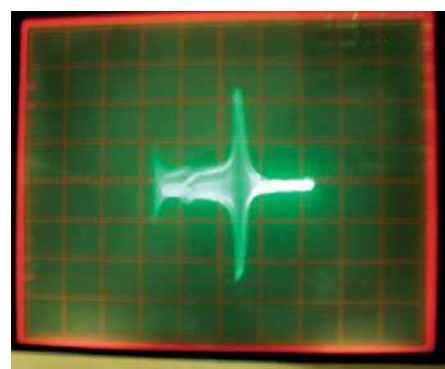



Figura 3: la prova con un quarzo.

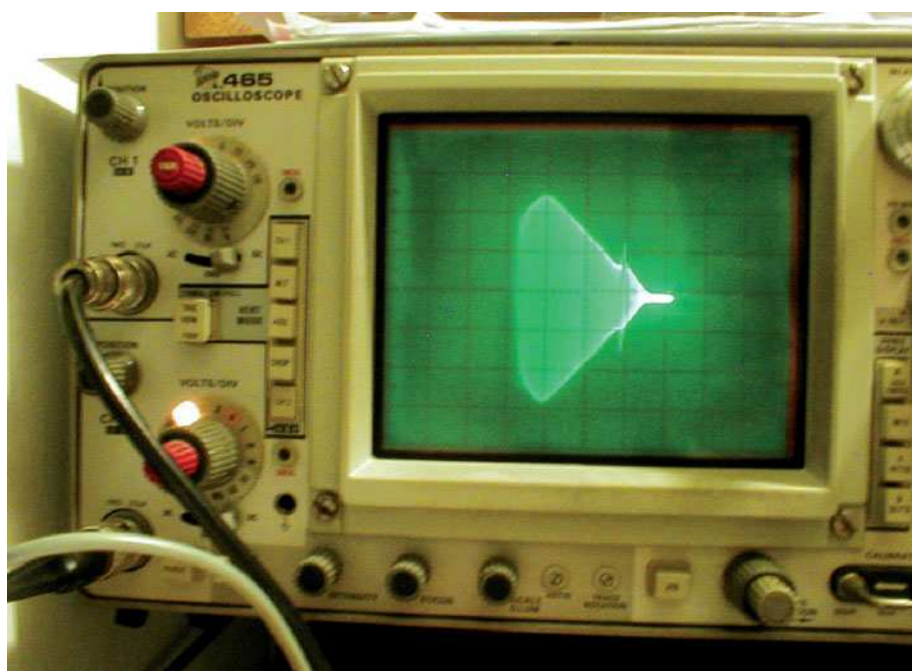
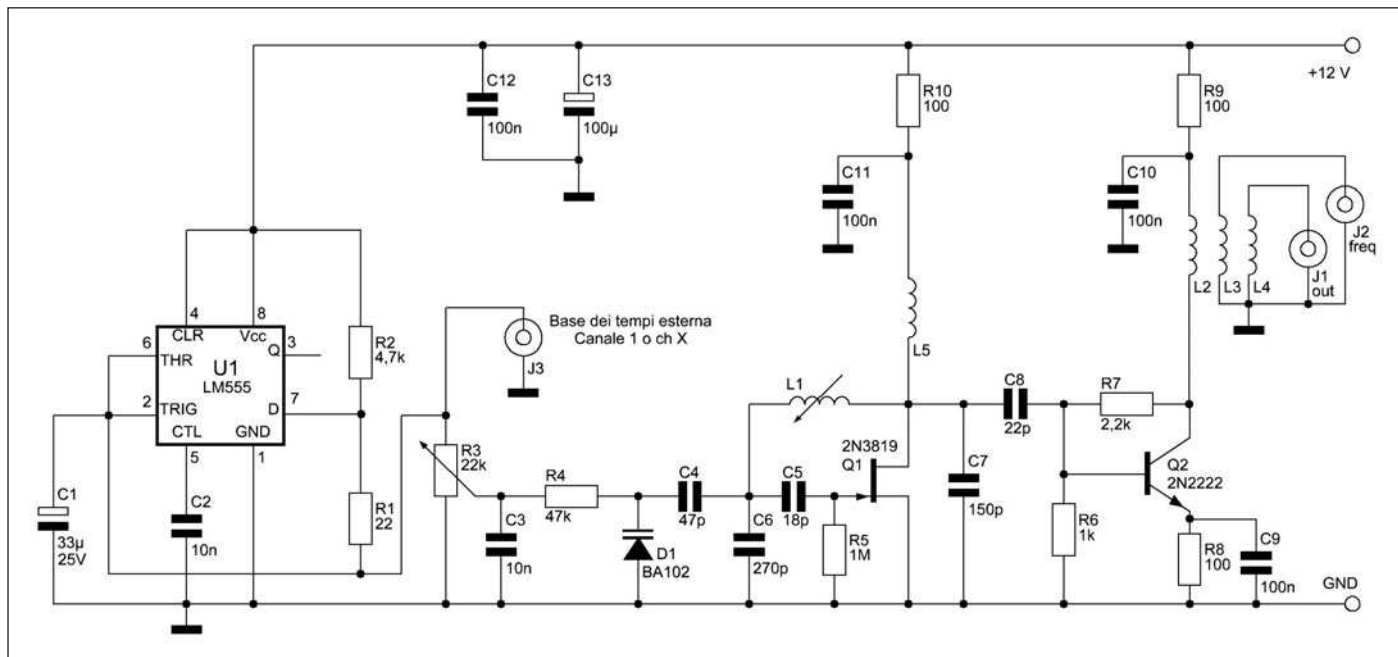



Figura 4: la prova con un filtro a quarzi.

LISTA COMPONENTI

R1	22 ohm 1/4 W	C1	33 µF 25V	C11	100 nF
R2	4700 ohm	C2	10 nF	C12	100 nF
R3	22 Kohm pot. Lineare	C3	10 nF	C13	100 µF 25V
R4	47 Kohm	C4	47 pF	D1	BA102 o altro varicap
R5	1 Mohm	C5	18 pF	Q1	2N3819, BF245, FET N
R6	1 Kohm	C6	270 pF o cond. Variabile	Q2	2N2222, BC547, NPN
R7	2200 ohm	C7	150 pF	U1	NE555 o equivalente
R8	100 ohm	C8	22 pF	L1	5 – 60 sp su 10 mm vedi testo
R9	100 ohm	C9	100 nF	L2, L3, L4	10 sp. Trifilari su FT37-43
R10	100 ohm	C10	100 nF	L5	47 microH valore non critico

COME COLLEGARE L'OSCILLOSCOPIO

Il generatore ha due uscite RF separate, una andrà all'ingresso del filtro in prova, l'altra a un eventuale frequenzimetro. L'uscita del filtro in prova andrà collegata all'ingresso verticale dell'oscilloscopio. Tra i due, se il segnale di uscita è sufficiente, è bene inserire un rivelatore AM costituito semplicemente da un diodo al germanio in serie al segnale di uscita e da un condensatore da 1000 pF tra il catodo del diodo e massa, questo elimina le componenti RF e la curva visibile sullo schermo dell'oscilloscopio risulta più netta. A questo punto possiamo tentare di vedere la curva del filtro, se il trigger dell'oscilloscopio riesce a "fermare" la curva, altrimenti è necessario collegare anche l'uscita J3 alla base dei tempi esterna (canale 1 o X) dell'oscilloscopio con le modalità previste dal nostro strumento. Così collegato l'oscilloscopio utilizzerà la base dei tempi fornita direttamente dal pin 6 del 555 e lo spostamento del pennello sull'asse orizzontale sarà proporzionale, in accordo con quanto esposto prima, con la variazione di frequenza.
Il sistema non ha alcun dispositivo per cancellare la traccia di ritorno del pennello, dunque vedremo in realtà due curve, una ha la luminosità normale, mentre l'altra è molto meno luminosa. Quest'ultima è quella di ritorno, provocata dalla parte discendente del "quasi dente di sega" presente sul pin 6 del 555. La curva risultante da questo collegamento non è sempre comprensibile… esiste dunque un trucco per aggirare l'ostacolo e restituire al nostro oscilloscopio la cancellazione della traccia di ritorno. Se il nostro oscilloscopio è un doppia traccia, dopo aver collegato tutto così come appena esposto, visualizziamo entrambi canali sull'oscilloscopio, quindi sincronizziamo il trigger della base dei tempi dell'oscilloscopio con il canale 1, quello collegato al pin 6 del 555, così lo strumento utilizzerà la propria base dei tempi, ma la sincronizzazione del trigger farà si che la nostra curva sia comunque ferma sullo schermo, senza ricorrere alla base dei tempi esterna, e evitando i difetti che ne derivano. Ovviamente la traccia del canale 1 non ci interessa ai fini della misura, dunque possiamo tranquillamente spegnerla, o portarla fuori schermo con la manopola che ne regola la posizione verticale.
Questo collegamento è valido nella quasi totalità dei casi, è comunque buona abitudine chiudere i due lati del filtro in

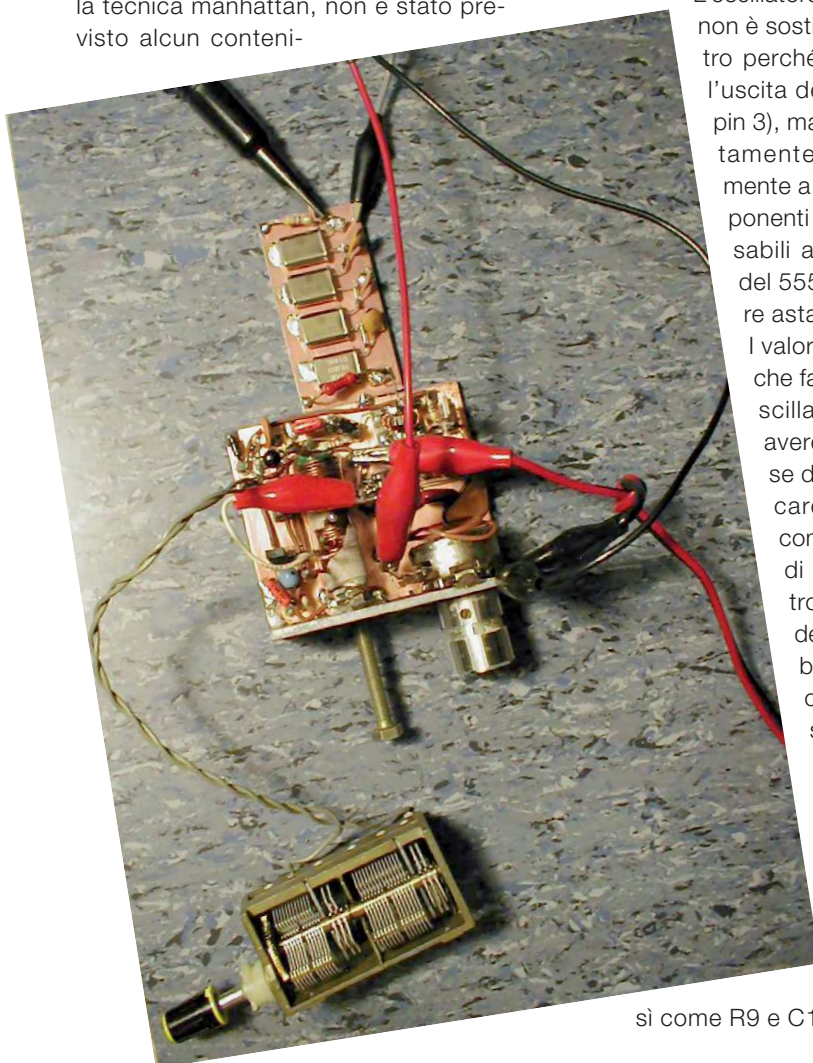
prova su due resistenze equivalenti al carico previsto per il filtro.
Per verificare il funzionamento globale, le prime prove sono state effettuate inserendo un quarzo in serie tra l'uscita del generatore e l'ingresso verticale dell'oscilloscopio e portando il segnale proveniente dal pin 6 del 555 sull'ingresso della base dei tempi esterna. Il risultato lo possiamo vedere nella **figura 3**, non si tratta di un filtro a quarzi, ma la frequenza di risonanza del quarzo è perfettamente visibile. Le prove successive sono state realizzate su un filtro a quarzi ladder a 10 MHz, di Pino IK1JNS, proveniente dal primo prototipo del BiTx20. In questo caso la base dei tempi è quella dell'oscilloscopio, sincronizzata con il segnale di sweep come appena esposto.

MONTAGGIO, SOSTITUZIONI E ALTRO

Come è visibile dalle foto il tutto è stato assemblato su un ritaglio di vetronite con la tecnica manhattan, non è stato previsto alcun contenitore, il supporto per il comando del PTO e per R3 è fornito da un altro ritaglio di vetronite saldato alla piastrina principale, le uscite sono tutte "a filo"… il risultato estetico non è dei migliori, ma questa è la filosofia di questo tipo di realizzazioni.
La prima modifica che è stata provata è la sostituzione di C6 con un elemento variabile ad aria, per dare una mano alla sintonia più ampia, quella fine è comunque realizzata dalla vite del PTO che, ricordo, andrà rigorosamente connessa a massa, pena una spiccata instabilità quando avviciniamo la mano al metallo della vite.
I due componenti attivi Q1 e Q2 sono entrambi sostituibili con esemplari analoghi per polarità e adatti all'uso alla frequenza di lavoro. Il vecchio 2N3819 è sostituibile sia con un BF244, BF245, ma anche con il più recente J310 mentre il transistor è sostituibile con il 2N3904, ma anche con un BC547. Il 555 è utilizzabile in qualsiasi sua versione, sia normale sia CMOS.
L'oscillatore astabile del 555 non è sostituibile con un altro perché non utilizziamo l'uscita del oscillatore (è il pin 3), ma il pin 6 che solitamente fa capo solamente a due dei tre componenti esterni indispensabili al funzionamento del 555 quale oscillatore astabile.
I valori dei componenti che fanno parte dell'oscillatore RF devono avere i valori indicati, se desideriamo replicare l'oggetto così com'è, ma con l'uso di un frequenzimetro, un paio di ore dedicate a rifar bobine e sostituire condensatori possiamo ottenere le gamme che più ci interessano senza difficoltà anche utilizzando lavori diversi.
Il gruppo L5, R10 e C11 così come R9 e C10 formano semplicemente un blocco per la RF, per impedire che questa rientri nell'alimentatore. L5 è una impedenza commerciale, probabilmente da 47 microH, ma il valore non è critico e alcune decine di spire su un vecchio nucleo andranno ugualmente bene. La bobina di sintonia L1 è avvolta su un pezzetto lungo 40 mm ricavato da un pennarello a punta fine, il diametro è di 10 mm e sono state avvolte circa 60 spire di filo da 0,7 - 0,8 mm prevedendo delle prese ogni 5 spire all'inizio e 10, poi 20 spire verso la fine. L'intenzione era di avere disponibile la quantità di spire necessaria all'uso in qualsiasi occasione. La copertura si estende da circa 3 fino a oltre 35 MHz, sebbene l'uso oltre i 25 MHz sia problematico per una marcata instabilità dell'oscillatore che si manifesta salendo di frequenza.
Prima di stabilire che la commutazione della bobina a "coccodrillo" era la più adatta a questo tipo di montaggio ho provato a utilizzare prima alcuni pin provvisti di jumper, poi una serie di dipsw. Il sistema con alcuni centimetri di filo e un coccodrillo permette di valutare "a occhio" quante spire della bobina stiamo utilizzando e valutare se è necessario aggiungerne o toglierne. Altri metodi di

GLOSSARIO

SWEEP: *è un termine tecnico per indicare uno "spazzolamento" dei valori di una grandezza. Nel caso di generatore sweep si intende un circuito in grado di generare una segnale la cui frequenza varia ciclicamente da un valore minimo ad un valore massimo.*

VARICAP: *è un particolare diodo che viene solitamente utilizzato in polarizzazione inversa. La sua caratteristica principale è che la capacità misurata ai suoi capi varia in funzione della tensione inversa applicata.*

commutazione sono sicuramente più stabili, ma meno versatili… se sulla bobina non c'è la presa che ci serve basta spelare qualche millimetro di filo e saldarci un pezzetto di filo quale nuova presa…
Il varicap utilizzato è un vecchio BA102, sostituibile con qualsiasi modello equivalente la cui capacità sia almeno 47 pF, se vogliamo ottenere una ampiezza dello sweep tra i 50 e i 100 KHz; se al contrario ci accontentiamo di pochi KHz allora possiamo sostituirlo con qualsiasi diodo al silicio, un comune 1N4148, oppure un… led! Un 1N4007 fornisce prestazioni lievemente inferiori al BA102, ma è un buon compromesso, se non si ha un varicap disponibile in casa.
Ricordo che questo componente va polarizzato inversamente, dunque il positivo proveniente dal cursore di R3 tramite R4 andrà collegato al catodo del diodo che eventualmente sostituirà il varicap. Nella **figura 1** è visibile un ponticello a tre pin, con tanto di jumper inserito, esclude o inserisce semplicemente l'uscita del pin 6 del 555, abilitando o meno lo sweep; risultato analogo si ottiene chiudendo completamente il potenziometro R3 e nello schema definitivo non ho ritenuto opportuno inserirlo. Infine è una puntualizzazione assolutamente necessaria: considerare questo oggetto uno strumento è indubbiamente azzardato, le misure ottenute sono approssimative e soffrono di imprecisioni congenite nell'oggetto.
La stabilità dell'oscillatore realizzato con il PTO è generalmente buona, ma è comunque un oscillatore libero e il fatto di funzionare all'aria aperta non ne migliora la stabilità.
Se riteniamo di dover provare spesso filtri a quarzo della stessa frequenza potrebbe essere una buona idea sostituire l'oscillatore libero con uno VXO, qualcosa di più elaborato come un DDS è senza dubbio sprecato su un oggetto di questo tipo. L'ampiezza della curva visualizzata sull'oscilloscopio è lineare, non logaritmica, dunque i risultati andranno interpretati e eventualmente convertiti in dB.
Oggetti simili, con l'oscillatore monobanda realizzato attorno a un transistor e impiegando un piccolo nucleo toroidale, sono stati realizzati da VK2ZAY e da JF1OZL. Da queste realizzazioni si è ricavata l'idea di impiegare uno dei pin di servizio del 555 quale generatore di rampa. Lloyd Butler VK5BR ha pubblicato sul numero di Aprile 1991 di Radio Amateur una versione di generatore sweep molto più raffinata utilizzando un XR2206 quale generatore di dente di sega. Il progetto è rintracciabile semplicemente eseguendo una ricerca sul nominativo citato. ❏

CODICE MIP 500129

RobotZone

di EMANUELE MICHELI

LA ROBOTICA *di servizio*

Nel numero del mese scorso abbiamo parlato di robotica industriale, in questo numero parleremo di un settore che abbraccia numerose applicazioni da quelle domestiche a quelle militari, da quelle mediche a quelle automobilistiche: la robotica di servizio

Non sarà facile presentare tutti i settori della robotica di servizio, e ci vorranno molti numeri di questa rivista. La robotica di servizio è quel settore della robotica che si occupa di tutte le occupazioni che possono essere in qualche modo di appoggio alle attività umane, attività non legate alla produzione ma alla supervisione, al monitoraggio, allo studio e alla ricerca, all'esplorazione, all'assistenza delle attività lavorative e non solo dell'essere umano. Si intuisce quindi come sia difficile trovare una definizione univoca della robotica di servizio. Questo settore della robotica rappresenta il futuro nell'evoluzione tecnologica dell'umanità. Fra vent'anni interagiremo abitualmente e in numerose nostre attività con dei robot, come oggi non è concepibile lavorare senza saper usare il computer. Useremo robot per pulire casa, oppure per migliorare le operazioni chirurgiche, o ancora introdurremo robot soldati negli scenari di guerra oppure costruiremo protesi robotiche. La robotica quindi contagerà qualsiasi mestiere, qualsiasi attività dell'essere umano. Ovviamente i robot che dovranno agire in ambienti "umani", in ambienti naturali sono ancor più complessi dei robot industriali, e al momento solo alcuni particolari settori al di fuori dell'industria hanno introdotto la robotica per sostituire o collaborare con gli umani. Il settore più importante della robotica di servizio, quello che nel mercato attuale ha il maggior numero di robot utilizzati è la robotica sottomarina. Come vediamo dalle statistiche **(vedi figura 1)** alla fine del 2004 la robotica sottomarina corrisponde al 21% del mercato globale della robotica di servizio. Si costruiscono robot sottomarini per studiare i fondali, l'ecosistema, monitorare la barriera corallina, ma è l'industria petrolifera che ha decretato il successo dei robot sottomarini. Infatti oggi in ogni piattaforma petrolifera e in ogni nave posa-tubi si usano i cosiddetti ROV - Remotely Operated Vehicles). I rov sono veicoli robotici dotati di telecamere e di braccia robotiche **(figura 2)** che comandati in remoto dalla nave (o dalla piattaforma) consentono un completo monitoraggio delle condizioni dei tubi nel fondale e inoltre consento anche di controllare il buon esito operazioni delicate o intervenire mediante braccia robotiche nelle fasi di montaggio e riparazione **(vedi figura 3)**. L'uso di questi robot consente di non rischiare più la vita dei subacquei che dovevano compiere le stesse operazioni che oggi fa il robot. A controllare il robot vi sono dei tecnici estremamente specializzati a causa della delicatezza del compito. In Italia esiste una scuola per operatori ROV a Sarzana e numerose sono le richieste lavorative in questo senso. *(http://www.hydrolab.it/)*

***Figura 1:** stato attuale dei robot di servizio ad uso professionale installati e previsione per il triennio 2005-2008.*

La seconda categoria come numero di robot impiegati è quella legata alla pulizia. Le applicazioni legate alla pulizia sono sostanzialmente due: la pulizia domestica e quella delle piscine. Il robot più famoso per pulire casa si chiama ROOMBA **(vedi figura 4)** costa poche centinaia di euro e può

Figura 2: un classico ROV adibito a trasportare delle braccia robotiche, questi robot sono molto utilizzati per controllare e aiutare la posatura dei tubi (per gasdotti o oleodotti).

Figura 3: il LEVIATHAN di Sonsub azienda della Saipem, il Leviathan è una grande piattaforma robotica sottomarina capace di accogliere numerosi attuatori e sensori per facilitare le operazioni nel campo petrolifero.

Figura 5: i robot per la pulizia del fondale delle piscine sono ormai usati da numerosi alberghi che hanno così risolto un problema di manutenzione costoso e con tempi lunghi.

Figura 4: Roomba, il robot che pulisce i pavimenti prodotto dall'americana iRobot.

assorbire la polvere percorrendo autonomamente il pavimento di casa nostra. Il robot ha sensori a infrarossi e a ultrasuoni che gli permettono di evitare gli ostacoli e di non cadere nel caso vi siano degli scalini. Attualmente garantisce una buona copertura di tutta la superficie e gli ultimi modelli sono in grado di distinguere zone di pavimento più o meno sporche. Ma il vero settore portante dei robot dedicati alla pulizia sono i robot per pulire le piscine. In numerosi alberghi di tutto il mondo si possono vedere questi robot che lentamente ma per molte ore garantiscono la pulizia del fondale delle piscine. **(vedi figura 5)**. Seguendo la classificazione IFR (International federation of Robotics) un altro settore di applicazione della robotica di servizio è quello legato all'uso dei robot nei laboratori. Usare i robot in ambienti sterili è fondamentale per poter movimentare, trasportare materiali pericolosi per l'essere umano. Per cui questo settore è destinato a una grande espansione per esempio nei laboratori delle aziende farmaceutiche e chimiche. Dopo questa categoria, la classificazione continua mettendo in evidenza i robot per la costruzione e la demolizione, che sono sostanzialmente robot industriali con applicazioni speciali. Il campo successivo è quello della medicina, la robotica cambierà radicalmente il mondo della medicina: vi saranno robot per la chirurgia, protesi robotiche, robot nei laboratori a miscelare i medicinali fra loro. Il sistema ospedaliero europeo dovrà aprirsi fortemente alla robotica per continuare a mantenere il modello pubblico attuale, dove si cerca di curare tutti indipendentemente dalla condizione economica del paziente. (come avviene invece in USA). Il modello europeo di Ospedale deve quindi tendere a snellire e velocizzare i processi di cura di diagnosi, le operazioni chirurgiche, la gestione dei dati. E' quindi evidente come l'introduzione dei robot in questi vari settori della medicina possa aiutare il mondo ospedaliero a mantenersi e migliorarsi senza giungere al collasso previsto dalle statistiche nel caso non vi fosse un rinnovo tecnologico degli strumenti medicali. Ad oggi sono numerosi gli ospedali italiani che posseggono robot per la chirurgia, il più famoso è il Da Vinci **(figura 6)**. Si è seguita, per il documentario "Ciao Robot", un'operazione eseguita dal prof. Giberti del San Paolo di Savona con l'assistenza del Robot Da Vinci per un complesso intervento. Il chirurgo non opera più a contatto diretto con il paziente ma è il robot a intervenire controllato con dei particolari joystick dal chirurgo stesso. Grazie al robot si eliminano le vibrazioni naturali della mano umana e l'uso del robot consente di condurre operazioni più brevi e con migliori tagli. Il paziente che abbiamo

PER *approfondire...*

www.ifr.org sito ufficiale dell'IFR (International federation of robotics)
www.ciaorobot.org: sito del documentario sulla robotica e sulla roboetica
http://www.hydrolab.it/ : Associazione che si occupa della formazione di operatori ROV
www.touchbionics.com : Sito dell'Azienda che produce una funzionale protesi di un braccio, grazie ai sensori sui muscoli della spalla è possibile muovere la mano

Figura 9: Opportunity al lavoro, una foto fatta dalla fotocamera di servizio del robot.

Figura 6: Da Vinci Robot, il chirurgo comodamente seduto comanda i bracci del robot che operano direttamente sul paziente.

Figura 8: protesi prodotta dalla TouchBionics.

Figura 7: Il PROPRIO FOOT: il piede robotico della OSSUR.

seguito nonostante avesse subito un'operazione importante dopo pochi giorni è stato dimesso. Se i robot come sta succedendo consentiranno di fare operazioni, più veloci, più efficaci, con meno tagli e quindi con dimissioni del paziente più veloci allora l'ospedale con il modello che conosciamo potrà resistere e continuare nell'obbiettivo di curare tutti. Utilizzare robot nella chirurgia significa quindi che i chirurghi del futuro dovranno sapere usare i robot, saper interagire con queste macchine e intervenire anche nei processi di progettazione e programmazione. Altro settore medicale è quello delle protesi e anche in questo campo già oggi la robotica ha evidenziato risultati notevoli e sorprendenti. Una delle aziende più importanti è la islandese OSSUR che produce gambe e piedi robotici. Uno dei prodotti che ho potuto osservare durante le sue sperimentazioni è una gamba (dal ginocchio in giù) capace di leggere i movimenti della gamba sana del paziente e di seguire il movimento in maniera fluida e spontanea. Con un paio di pantaloni e una giusta estetica del prodotto robotico non avremmo potuto distinguere l'arto sano da quello artificiale. Mentre le protesi della OSSUR **(figura 7)** sono un prodotto commerciale, la ricerca si sta orientando verso arti robotici capaci di capire i segnali provenienti dal cervello o dai muscoli delle parti sane del corpo. In Inghilterra la ditta Touch Bionics **(figura 8)** ha prodotto un braccio con mano capace di leggere alcuni movimenti dei muscoli della spalla e tradurli poi in movimenti della mano artificiale. Grazie a questa protesi si possono afferrare e muovere oggetti. Il sogno degli scienziati e degli ingegneri di tutto il mondo è quello di costruire protesi in grado di leggere il pensiero e di interagire con il cervello umano. Infatti ad oggi si stanno compiendo passi avanti sulla possibilità di capire gli impulsi inviati dal cervello e quindi di tradurli in un'azione del robot (che sia una protesi o un robot qualsiasi). Ma ancora è lontano il momento in cui ci potrà essere un vero e proprio scambio di dati, di informazioni far la protesi e il cervello. Quindi per riuscire a trasmettere anche solo la semplice sensazione di caldo o freddo ci vorranno alcuni anni. Dalla medicina ora vedremo un campo destinato a crescere sempre più: i robot mobili, di campo e di difesa. I robot mobili sono delle piattaforme in grado di muoversi autonomamente nell'ambiente e possono accogliere diverse tipologie di strumenti così da adeguarsi ai vari compiti per cui possono essere utilizzate. Un'applicazione interessante delle piattaforme mobili è quella di trasporto di strumenti di misura e diagnosi in ambito industriale, oppure dell'esplorazione e della navigazione in ambienti estremi, pericolosi, difficili da raggiungere. Il caso più eclatante sono le missioni della Nasa su Marte

dove al momento attuale si trovano ben due robot funzionanti che ci inviano numerose informazioni sull'ambiente marziano **(figura 9)**. In questo caso queste piattaforme robotiche sono dei veri e propri geologi, con strumentazioni in grado di analizzare le rocce. I robot mobili non sono solo piattaforme con delle ruote, ma possono avere svariate forme: con i cingoli oppure vermiformi. Uno dei campi della robotica mobile è quello che in inglese viene individuato come "Rescue Robotics", robot che esplorano edifici crollati, valanghe, alluvioni alla ricerca di sopravvissuti. Il primo utilizzo al mondo di robot per cercare persone al di sotto delle macerie si è svolto dopo l'undici settembre, grazie al Team di ingegneri coordinato dalla prof.ssa Robin Murphy dell'università del South California. Grazie alla Murphy il governo americano sta investendo importanti somme sulla ricerca per la creazione di robot in grado di muoversi in ambienti ostili e di ricavare dati importanti, come l'individuazione di esseri umani in pericolo **(figura 10)**. L'infinità di applicazioni

Figura 10: Robot dell'unità di soccorso del CRASAR all'opera a Ground Zero il 15 settembre 2001.

dei robot mobili riguarda anche la creazione di robot in grado di interagire fortemente con gli esseri umani, esemplare il caso del robot costruito al LAAS-CNRS di Tolosa in cui un robot con a bordo un braccio meccanico e una telecamera riusciva a prendere una bottiglia e portarla alla persona che glielo ha richiesto. Il fatto importante è che il robot è in grado di capire se la persona lo sta guardando. Nel caso l'essere umano fosse distratto il robot non gli porgerà la bottiglia. Negli U.S.A. grande importanza hanno le ricerche su robot militari ma a questo proposito avrete un articolo specifico in questo stesso numero. Per concludere, grazie alla robotica di servizio abbiamo compreso come i robot "contageranno" ogni mestiere, ogni applicazione e l'umanità dovrà essere pronta a interagire, usare i robot. Per fare questo le scuole si dovranno attrezzare con strumenti (piccoli robot didattici) per iniziare a usare le tecnologie più avanzate per spiegare le materie tradizionali. Solo in questo modo saremo in grado di istruire una generazione di giovani sveglia e pronta ad adeguarsi all'imminente rivoluzione robotica. Per questo in Italia sono numerose le scuole che utilizzano i robot come strumento didattico, vi sono numerosi progetti, ma questa è un'altra storia che sarà protagonista nel prossimo numero in cui parlerò di: Robotica Educativa. ❏

CODICE MIP 5000119

robot events

Appuntamenti robotici in Italia e nel mondo

19-23 maggio 2008

"ICRA 2008" - Pasadena-California
(International Conference on Robotics and Automation)

ICRA 2008

Il più importante evento riguardante le innovazioni robotiche al mondo, dedicato al mondo accademico coinvolge i più importanti studiosi di robotica al mondo.
Maggiori informazioni su:
www.icra2008.org

CODICE MIP 800112

16 maggio 2008
"Festival della Robotica Le gare e l'esibizione" - Bresso (MI)
Gli studenti coinvolti nella rete Amicorobot mostreranno al pubblico i loro progetti e i loro robot. Sono previste delle gare di robotica.
Maggiori informazioni su:
www.amicorobot.net/

CODICE MIP 800115

29-30 maggio 2008
GARA ROBOTICA "MINIBOT 2008 IL BIBLIOTECARIO" - CATANIA

La domanda d'iscrizione è scaricabile dalla pagina web www.arces.it/robotica: va completata in tutte le sue parti e inviata alla Residenza Alcantara per e-mail (minibot@arces.it) o per fax (095 7169639).Ogni squadra potrà partecipare alla competizione con un solo robot. Ogni squadra deve versare, per convalidare l'iscrizione, una quota d'iscrizione pari a € 100,00. Tale quota prescinde dal numero di componenti della squadra.

CODICE MIP 800116

SENSORE *per telecomando*

Come costruire un semplice sensore sensibile al segnale trasmesso da un comune telecomando ad infrarosso come quelli dei televisori. Un vero gadget per comandare il vostro robot

L'utilizzo di un sensore ad infrarossi nel campo della robotica è molto diffuso. E' sufficiente collegarlo ad una porta di un processore e, tramite alcune linee di programma, può essere gestito molto facilmente. Il circuito proposto è più complesso, ma ha il pregio di funzionare in modo autonomo e non è quindi necessario un processore per decodificare il segnale ad infrarosso. Una volta ricevuto il segnale, viene decodificato e viene commutato lo stato dell'uscita, comportandosi in pratica come un interruttore.

SCHEMA ELETTRICO

Passiamo ora allo schema elettrico riportato in **figura 2**. Ogni volta che un segnale ad infrarosso viene ricevuto dal sensore U1 (un'integrato TSOP 1830), questo fornisce un segnale che, trattato dal transistor Q1 e dal diodo D2, arriva al piedino 3 (ingresso clock) dell'integrato U2 (un integrato CD4013). In questa condizione, all'uscita (piedino 2) sarà presente un segnale "1" logico che comanda a sua volta la base del transistor Q2 (un PNP BC548) il quale provocherà l'accensione del led D1 della scheda. La presenza del condensatore C4 in parallelo alla resistenza R8, elimina ogni fenomeno transitorio od oscillatorio di disturbo. Per il funzionamento del circuito è necessario alimentarlo con una tensione continua di 5V. Il circuito funziona con la maggioranza dei telecomandi ad infrarossi, ma alcuni possono funzionare su una frequenza che il sensore non riesce a decodificare.

Figura 1: scheda sensore ad infrarossi.

IL SENSORE TSOP1830

L'integrato TSOP1830 è un ricevitore miniaturizzato per telecomandi, al suo interno sono presenti il diodo ricevente e il circuito preamplificatore. Il tutto è con-

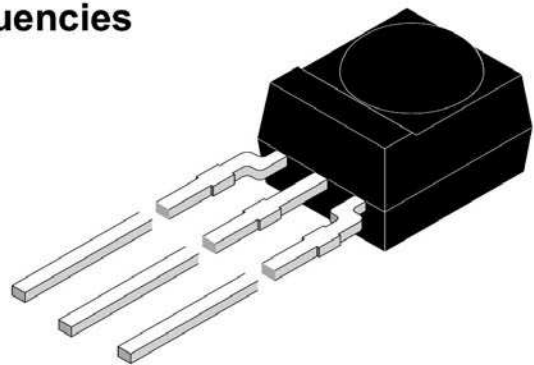
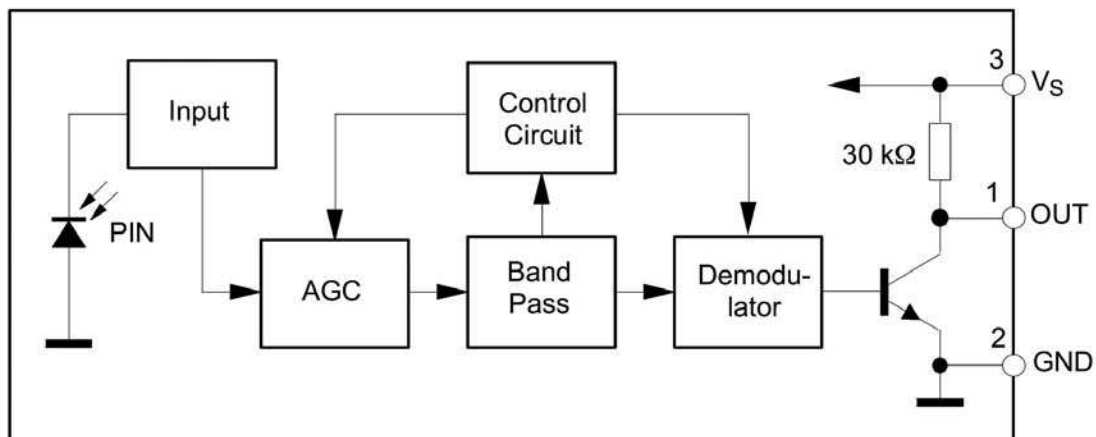
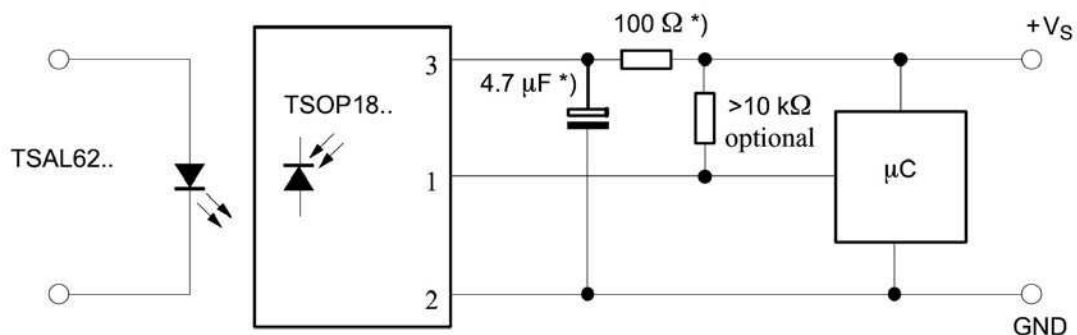
Segue a pagina 118

TSOP18..

Vishay Telefunken

Photo Modules for PCM Remote Control Systems

Available types for different carrier frequencies

Type	fo	Type	fo
TSOP1830	30 kHz	TSOP1833	33 kHz
TSOP1836	36 kHz	TSOP1837	36.7 kHz
TSOP1838	38 kHz	TSOP1840	40 kHz
TSOP1856	56 kHz		

Block Diagram

Application Circuit

*) recommended to suppress power supply disturbances

BUILD IT!

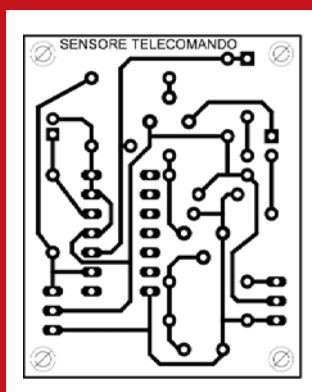



Figura 7: circuito stampato.

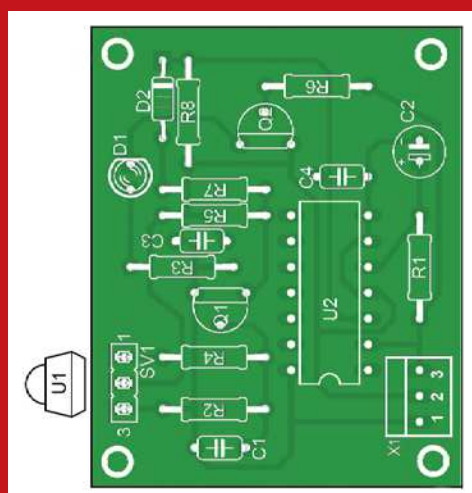



Figura 6: disposizione dei componenti.

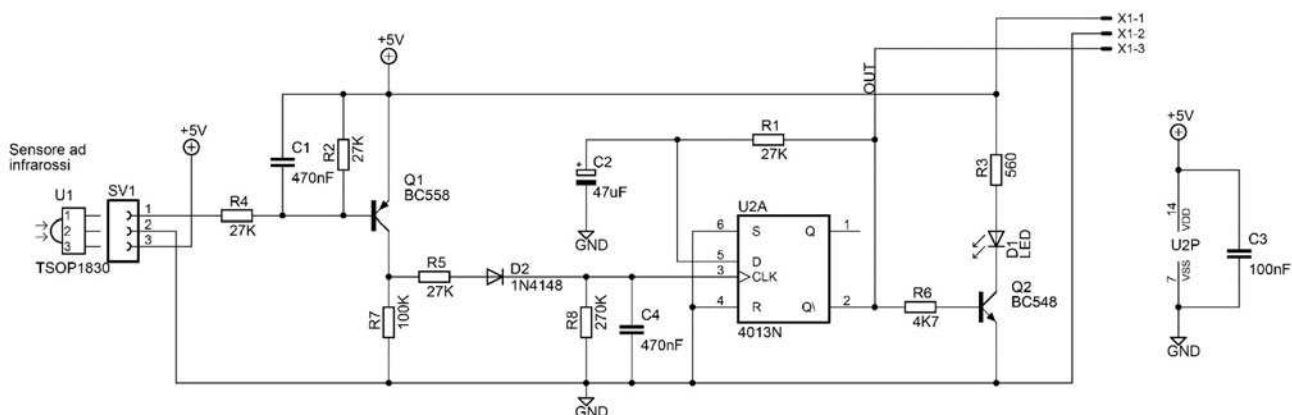



Figura 2: schema elettrico della scheda.

LISTA COMPONENTI

C1,C4	470nF multistrato	R3	560 W 1/4W 5%
C2	47µF elettrolitico 25 V	R6	4,7 KW 1/4W 5%
C3	100nF multistrato	R7	100KW1/4W 5%
D1	Led rosso	R8	270KW 1/4W 5%
D2	1N4148	U1	TSOP 1830
Q1	BC558 PNP	U2	CD 4013N
Q2	BC548 NPN	X1	Connettore polarizzato maschio 3 pin
R1,R2,R4,R5	27KΩ 1/4W 5%	SV1	Connettore femmina a 3 pin

sensore a infrarossi

LISTATO 1

```
'{$stamp BS2}
'***********************************************
'test_sensore.bs2  Ver 1.0
'Programma per testare il sensore infrarosso
'di Adriano Gandolfo
'************Mappa piedini usati**************
SensoreVAR IN0 'sensore  [Pin 0]

'**************Programma Principale**********
programma:
IF sensore = 1 THEN acceso
IF sensore = 0 THEN spento

spento:
       DEBUG CLS, "Led spento"
       PAUSE 500
       GOTO programma

acceso:
       DEBUG CLS, "Led acceso"
       PAUSE 500
       GOTO programma
```

TABELLA 1: FREQUENZA CARATTERISTICA (FO) DEI VARI MODELLI DI INTEGRATO

TYPE	FO
TSOP1830	30 kHz
TSOP1836	36 kHz
TSOP1838	38 kHz
TSOP1856	56 kHz
TSOP1833	33 kHz
TSOP1837	36,7 kHz
TSOP1840	40 kHz

tenuto in un contenitore plastico che funge anche da filtro ad infrarossi. L'uscita demodulata può essere collegata direttamente per essere decodificata da un microprocessore.

L'INTEGRATO CD4013

L'integrato CD4013 racchiude al suo interno due flip-flop di tipo D, nel nostro circuito è utilizzata solo la sezione A.

REALIZZAZIONE

Per la costruzione della scheda si procederà alla realizzazione del circuito stampato con il metodo della fotoincisione o del trasferimento termico. Si passerà quindi alla foratura e al successivo posizionamento e saldatura dei componenti seguendo il layout visibile nella **figura 6**. Il sensore U1, può essere saldato diret-

Figura 4: schema a blocchi dell'integrato TSOP18XX.

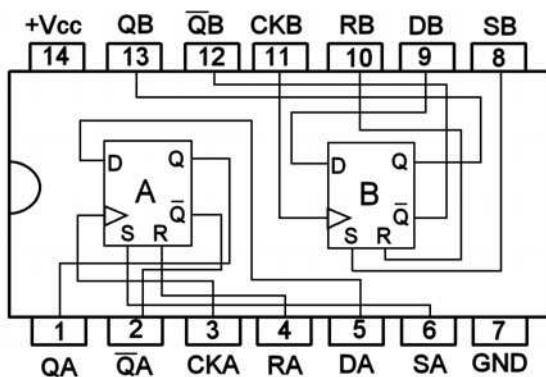
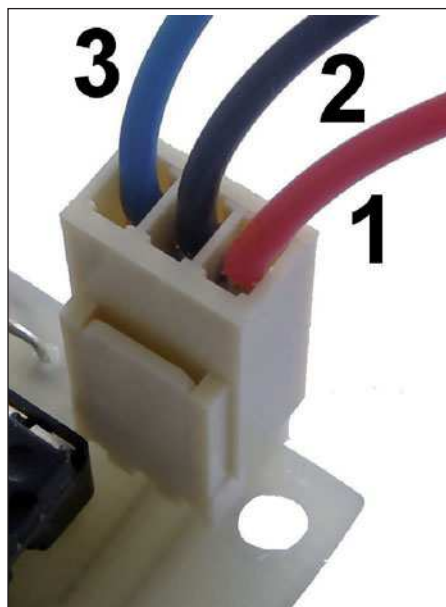
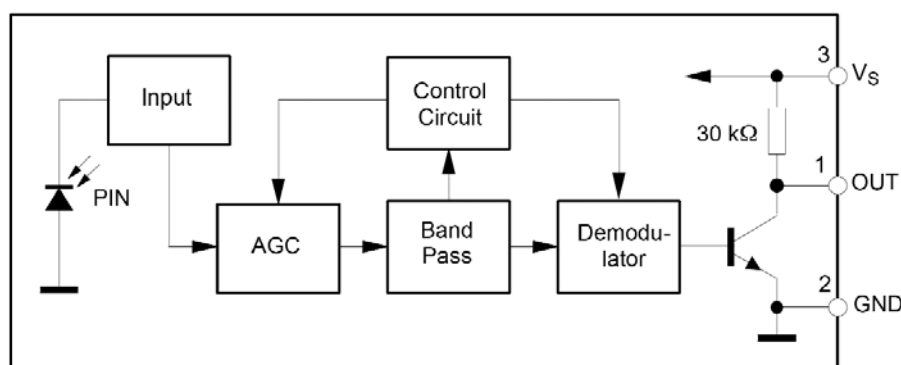



Figura 5: piedinatura dell'integrato CD4013.

TABELLA 2: TABELLA COLLEGAMENTI MORSETTIERA USCITA.

1	+5V	Cavo rosso
2	GND	Cavo nero
3	Segnale	Cavo blu

tamente alla scheda oppure si può utilizzare un connettore femmina a tre pin. Inserendo l'integrato U2 sullo zoccolo occorre fare attenzione al suo orientamento. Per il collegamento esterno si deve fare riferimento alla **tabella 2**. Non è necessaria nessuna taratura, una volta alimentato si proverà a premere un qualsiasi tasto sul telecomando e si dovrà verificare l'accensione del led rosso. Alla successiva pressione di un tasto del telecomando, il led si dovrà spegnere.

LISTATO DEL PROGRAMMA PER TEST

Per provare il sensore con l'utilizzo di un processore, in questo caso un Basic Stamp 2 della PARALLAX, è possibile utilizzare il programma riportato nel **listato 1**. Si ricorda che in questo circuito, il sensore è visto dal processore come un normale interruttore. Non è pertanto necessaria la decodifica del segnale, si dovrà solo verificare lo stato dell'uscita del circuito. Il cavo blu (segnale) andrà connesso alla porta P0, l'alimentazione (cavo rosso) andrà prelevata dal pin denominato vdd, mentre la massa (cavo nero) si collegherà al pin VSS. Per la compilazione ed il trasferimento del programma si utilizzerà l'apposito editor scaricabile gratuitamente dal sito della Parallax.

PER *approfondire...*

www.parallax.com

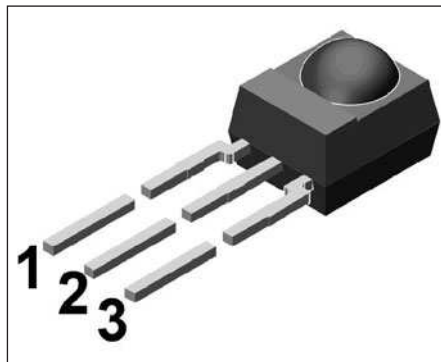



Figura 3: piedinatura dell'integrato TSOP18XX.

CONCLUSIONI

Una volta realizzato il sensore non resta che pensare a come utilizzarlo: per esempio per attivare a distanza qualche funzione di un robot (telecamera, emissione di un suono), oppure collegandolo all'uscita di un circuito di potenza si potrà utilizzare il sensore per attivare una lampada o azionare un motore. ❑

CODICE MIP 500128

DIVERSE MODALITA' **per abbonarsi**

Compila, ritaglia e spedisci via fax questo coupon allo **02-66508225**

Spedisci questa pagina in busta chiusa a:
INWARE Edizioni srl Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)

Chiamaci allo **02-66504755**

Abbonati on-line sul sito: www.farelettronica.com/abbonamento

Dati PERSONALI

Nome ....

Cognome ....

Via. .... n° ....

Cap. .... Città .... Prov ....

Tel .... Fax. ....

Email ....

Ragione Sociale ....

P.Iva. .... ❍ Fattura

Privacy Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni srl, Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o tramite email a info@inwaredizioni.it

TIPOLOGIA **di abbonamento**

☐ 1 Abbonamento a **11** numeri di **Fare Elettronica** a soli euro **49,50**

☐ 2 Abbonamento a **11** numeri di **Fare Elettronica** + **Firmware** a soli euro **89,00**

☐ 3 Iscrizione annuale al Club di Fare Elettronica a soli euro **11,95**

☐ 4 Scelgo il CD **A** ❑ **B** ❑ **C** ❑ **gratis** perchè rinnovo il mio abbonamento **3 mesi** prima della scadenza

Modalità DI PAGAMENTO

❍ CARTA DI CREDITO
❑ American Express ❑ Visa ❑ Mastercard
Titolare. ....
n°. .... scad ....

❍ VERSAMENTO
CCP n. 70107552 intestato ad **Inware Edizioni srl**
allegare la ricevuta (o copia) del versamento indicando nella causale:
"Abbonamento Fare Elettronica"

❍ BONIFICO BANCARIO
Appoggiato su Poste Italiane-CIN: I- ABI: 07601- CAB: 01600 - C/C: 000070107552
intestato ad **Inware Edizioni srl**

❍ ALLEGO UN ASSEGNO
intestato ad **Inware Edizioni srl**

Firma ....

Partecipa anche tu all'indagine sui lettori di Fare Elettronica! C'è un regalo per te! (sul retro di questo coupon)

FE - 275

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Accredito — BancoPosta

€ sul C/C n. 70107552 di Euro

importo in lettere

TD 451

INTESTATO A: INWARE EDIZIONI SRL

CAUSALE

ESEGUITO DA: VIA - PIAZZA, CAP, LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE codice bancoposta

IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOTTOSTANTE — importo in euro — numero conto — td

70107552 < 451>

AUT. DB/SSIC/E 20017 DEL 11.04.2006

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Versamento — BancoPosta

€ sul C/C n. 70107552 di Euro

importo in lettere

INTESTATO A: INWARE EDIZIONI SRL

ESEGUITO DA: VIA - PIAZZA, CAP, LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE

AVVERTENZE
Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.
La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.
Le informazioni richieste vanno riportate in modo identico in ciascuna delle parti di cui si compone il bollettino.

CAUSALE

Indagine sui lettori

Aiutaci a conoscerti meglio!
Con il tuo aiuto riusciremo ad offrirti una rivista sempre più in linea con le tue aspettative!

IL TUO SETTORE DI COMPETENZA:

❑ **B05** Direzione Tecnica
❑ **B06** Progettazione
❑ **B07** Studente
❑ **B08** Direzione Acquisti
❑ **B09** Insegnante
❑ **B10** Altro . . . .

PRODOTTO PRINCIPALE O SERVIZIO OFFERTO DALL'AZIENDA DOVE LAVORI:

❑ **C11** Apparecchiature elettriche, elettroniche, ICT
❑ **C12** Elettrodomestici
❑ **C13** Consulenza
❑ **C14** Apparecchiature scientifiche, misura e controllo
❑ **C15** Automotive
❑ **C16** Vending
❑ **C17** Altro . . . .

NUMERO DI DIPENDENTI DELLA TUA AZIENDA:

❑ **D18** fino a 10
❑ **D19** da 10 a 50
❑ **D20** da 50 a 100
❑ **D21** da 100 a 500
❑ **D22** oltre 500

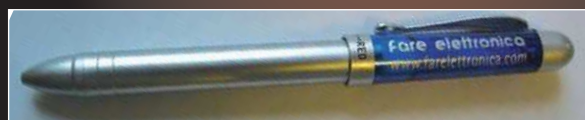
Solo se sei abbonato, indica il tuo codice abbonato: . . . .
e barra la casella di interesse:

TIPO DI ABBONAMENTO:

❑ **A01** Personale uso professionale
❑ **A02** Aziendale
❑ **A03** Scuola o Università
❑ **A04** Personale uso hobbistico

FE

Compila il cedolino e invialo in busta chiusa o via fax allo 02 66508225 e riceverai

LA FANTASTICA

PENNA MULTIFUNZIONE

Grazie per la preziosa collaborazione!